



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

ESTUDIO TRIDIMENSIONAL DE LA ANATOMÍA INTERNA
DEL DIENTE PRIMER MOLAR INFERIOR.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

KARLA YULIANA GONZÁLEZ CERVANTES

TUTORA: Esp. MÓNICA CRUZ MORÁN

ASESOR: Esp. MARIO GUADALUPE OLIVERA EROSA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por guiarme en cada momento, ponerme en el lugar adecuado y permitirme lograr uno de mis más grandes sueños, que fue estudiar en la Facultad de Odontología de la UNAM, mi escuela, a la que le debo tanto conocimiento y parte fundamental de mi futuro.

Todo lo que soy es tan solo el reflejo de mi mami, Anita mi bonita, eres una gran mujer, la mejor mamá, gracias por luchar conmigo, por todo tu amor, tus cuidados y por creer en mí.

Mi papito, gracias por todo tu apoyo, mi borreguito, eres mi ejemplo para salir adelante con trabajo, esfuerzo y humildad, y tu más grande enseñanza es que nunca debo olvidar quien soy.

Mis hermanitas Adri, Gelita y Sobe, son mi ejemplo y mis protectoras, Gelita eres el ángel que Dios me mandó, lucho por nosotras dos, este logro es para ti, las amo mis tres loquitas compañeras de vida.

Chuchin desde que llegaste, trajiste felicidad a nuestra familia, eres el pedacito de amor puro y alegría infinita.

Mis seis personas favoritas gracias por todo, con amor hemos podido superar todas esas dificultades que sólo nosotros sabemos cuánto dolió y cuánto costó, y las palabras que yo escriba, no son suficientes para plasmar el amor que les tengo.

A mi familia entera, que siempre creyó en mí.

Mi Beckyta y mi bebé GusGus, simplemente el amor en forma no humana.

Personas van y vienen pero solo las valiosas permanecen...

Gracias Nidi y Sara por tantos años de amistad.

Estar lejos de casa fue difícil pero gracias a Karen, Angélica, David, Rafa y Grisel, que son mi familia en el DF, Karen y Angélica ¿hooloo?, gracias por escucharme, acompañarme y por todos esos momentos locos que hemos vivido.

Muy buenos amigos llegaron a mí:

Ale, Estrella y Yael, mis amigas de la facultad, las mejores y las más sinceras, no sé qué hubiera sido de mí sin ustedes, son parte fundamental en mi vida, las quiero mucho.

Geovanny Rolo, eres un excelente amigo, te adoro.

Blanca, Javi y todos mis amigos del grupo 7.

Mis queridos manos Urik y Tony, gracias por todos esos buenos momentos.

Adri, Eva y Dans, manitos la periférica fue especial gracias a ustedes, llegaron para quedarse en mi corazón.

Mis periféricos amigos en especial a Lupita (Pupita mi amorts), Balti, Eli y Chio.

Miri, Liz, Paz, Jessi y Raque, mis amigas del servicio, un gran regalo de la vida encontrarlas en mi camino.

Mis compañeros del seminario en especial a Adri Oliver y Fanny Barrera, mis bonitas casualidades del 2015.

Siempre habrá momentos buenos y malos pero con la compañía adecuada será una vida plena y feliz. Gracias a todos por su cariño, estarán en mi corazón por siempre, me hacen la más feliz.

Dra. Mónica Cruz y Dr. Mario Olivera, muchas gracias por todo su apoyo para elaborar mi tesina, son unos excelentes profesores. Dra. Moni es usted una excelente persona gracias por toda su ayuda y sus enseñanzas.

Agradezco al Mtro. Ricardo Ortiz Sánchez por toda su ayuda en la toma de las fotografías en la sala de Realidad Virtual de la Facultad de Odontología.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
2. PROPÓSITOS	7
3. OBJETIVOS	7
ESTUDIO TRIDIMENSIONAL DE LA ANATOMÍA INTERNA DEL DIENTE PRIMER MOLAR INFERIOR.	
1. CONCEPTO GENERAL	8
1.1 ANTECEDENTES	8
2. TIEMPO DE ERUPCIÓN Y CIERRE APICAL	14
2.1 ODONTOGÉNESIS	14
2.2 HISTOLOGÍA DEL COMPLEJO DENTINO-PULPAR	22
2.3 GENERALIDADES	24
3. LONGITUD PROMEDIO	24
4. NÚMERO DE RAÍCES Y VARIACIONES ANATÓMICAS	26
4.1 ANATOMÍA EXTERNA DEL PRIMER MOLAR INFERIOR	26
4.2 VARIACIONES ANATÓMICAS	28
5. NÚMERO DE CONDUCTOS Y VARIACIONES ANATÓMICAS	36
5.1 ANATOMÍA INTERNA DEL PRIMER MOLAR INFERIOR	36
5.2 VARIACIONES ANATÓMICAS	40
4. CONCLUSIONES	58
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60



1. INTRODUCCIÓN

Dentro de la práctica odontológica, para poder efectuar cualquier diagnóstico o tratamiento de manera exitosa, es indispensable un conocimiento preciso de la anatomía de nuestro campo operatorio.

Desde un punto de vista basado en el propósito de la endodoncia, para poder planear y administrar un tratamiento, se considera de suma importancia conocer cada uno de los órganos dentarios, su anatomía externa e interna, y tener conciencia que se puede presentar alguna variación anatómica.

El conocimiento de la morfología dental, de manera exacta y completa, forma parte de los requisitos indispensables para llegar al objetivo principal de un tratamiento de conductos, el cual es la limpieza y conformación de los conductos radiculares de manera tridimensional, al igual que otros aspectos imprescindibles que deben emplearse de manera metódica en la terapéutica pulpar, como son la interpretación de las radiografías, el acceso adecuado al interior del diente, la identificación y exploración de cada uno de los conductos radiculares y en sí cada una de las fases del tratamiento.

Sin embargo debemos considerar que los dientes no siempre van a presentar la misma anatomía interna, así que probablemente podemos encontrar variaciones en las características anatómicas y morfológicas las cuales pueden contribuir al fracaso de la terapia pulpar. Hay un amplio rango de variaciones reportadas en la literatura con respecto a la frecuencia de aparición del número y la forma de los conductos en cada raíz o del número de raíces que pueden llegar a presentar.



Varios son los factores que pueden contribuir a estas variaciones, ya que la morfología del diente es a menudo extremadamente compleja y variable, las variaciones también pueden deberse a los antecedentes étnicos, la edad o el género de la población estudiada.

El primer molar inferior, es el primer diente posterior en erupcionar, y es el diente que con mayor frecuencia requiere tratamiento de conductos, por eso es importante conocer su anatomía externa e interna, generalmente se describe con dos raíces separadas, una distribución usual de dos conductos en la raíz mesial y uno o dos conductos en la raíz distal. Las variaciones de la anatomía del primer molar inferior han sido extensivamente estudiadas en la literatura.



2. PROPÓSITOS

- Estudiar, comparar y analizar, apoyándonos en la literatura, la morfología interna del diente primer molar inferior, y las variaciones anatómicas que llegue a presentar.
- Brindar un panorama general, de los estudios actuales sobre las variaciones anatómicas de la cavidad pulpar del primer molar inferior.

3. OBJETIVOS

- I. Conocer la anatomía externa e interna del primer molar inferior.
- II. Estudiar y conocer la estructura del sistema de conductos del primer molar inferior.
- III. Analizar y comparar las variaciones anatómicas que puede presentar el primer molar inferior y relacionarlas con la aplicación y éxito de un tratamiento.

ESTUDIO TRIDIMENSIONAL DE LA ANATOMÍA INTERNA DEL DIENTE PRIMER MOLAR INFERIOR

1. CONCEPTO GENERAL

El primer molar inferior, pertenece al grupo de los dientes posteriores inferiores, ocupa el sexto lugar a partir de la línea media y está colocado distalmente del segundo premolar inferior.

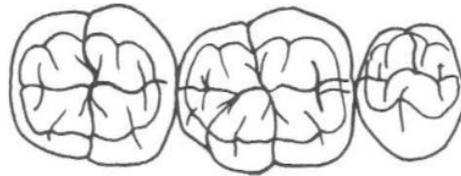


Fig 1. Localización del primer molar inferior. ¹

Es el más voluminoso del grupo, su corona tiene forma cuboide, consta de cuatro o más cúspides, multirradicular, con una inclinación hacia lingual.

Desempeñan una función principal en la masticación, son muy importantes para mantener la dimensión vertical de la cara y también son esenciales para conservar la continuidad de los arcos dentales y mantener así los dientes en alineación apropiada. ^{1, 2, 3}

1.1 ANTECEDENTES

Los reportes de antecedentes históricos sobre el estudio de la cavidad pulpar, son variados, pero nos ayudan a comprender que aunque no se contaba con las herramientas de estudio actuales, el objetivo de conocer la anatomía de un diente para su tratamiento, ha sido una preocupación constante durante la evolución de la odontología.

Sobre la observación y descripción de la anatomía tenemos como representantes a:

Vesalius que en el año de 1514, observa la cavidad pulpar por primera vez en un diente extraído.⁴



Fig. 2 Andreas Vesalius.⁵

Más tarde Carabelli, alrededor del año 1842, retoma el estudio de la cavidad pulpar, seguido de contribuciones por parte de Weld (1870), Tomes (1880), Baume (1890) y Muhlreiter (1891), aportando así las bases para incrementar el conocimiento de la anatomía interna de un diente.⁶



Fig.3 Georg Carabelli von Lunkaszprie.⁷



A continuación se presentan de forma cronológica algunas de las técnicas de estudio que se aplicaban para la observación de la anatomía interna de los dientes:

Aproximadamente en el año de 1900, Preiwerck, emplea el relleno del diente con metal y transiluminación para su estudio. De 1902 a 1905, Black, Miller y Port muestran la importancia de la elaboración de cortes en dientes para su observación y estudio.

En 1908, Fischer aplica un nuevo método que consiste en el relleno del diente con celuloide disuelto en acetona, obteniendo así modelos de los espacios vacíos que constituyen la estructura interna de un diente.

Un año más tarde, en 1909 Loos, utiliza la segmentación de dientes para su estudio, por su parte Diaulafe y Herpin utilizan los rayos X en dientes extraídos, y para 1910 Eurasquin aplica la técnica de cortes histológicos en dientes, representando el avance más importante de la década.

En 1911 Dieck, introduce mercurio en la cámara pulpar, centrifugando el diente y así conseguir su penetración en los finos conductos radiculares y obtener un mayor contraste radiológico.

Para el año de 1913 Adloff continúa los estudios de Preiswerck, con su misma técnica de relleno e iluminación, ese mismo año Fazoli y Arlotta utilizan el método del relleno, en el que aplican cinabrio suspendido en gelatina. Un año más tarde Morel introduce la variante de emplear como relleno tinta china.



Hess, basa sus estudios tanto en los cortes microscópicos como en el relleno de los dientes con tinta china y posteriormente la diafanización de los mismos, esto en el año de 1917. Al mismo tiempo Rottenbiller inicia la técnica de relleno con caucho, después de cuatro años, Zucker amplía estos estudios utilizando la misma técnica.

En 1925, Barret vuelve a utilizar cortes microscópicos, a su vez Keller realiza sus estudios usando el relleno con gelatina.

Rapela emplea técnicas de relleno y diafanización, y para obturar las cámaras y conductos utiliza el azul ultramarino y el negro humo en gelatina, todo esto en el año de 1936 y Muller, en ese mismo año, utiliza la técnica radiográfica pero, para darle mayor contraste, rellena los dientes de estudio con caucho.

Aprile y Secchi en 1938, vuelven a aplicar la técnica del segueteadado para sus investigaciones. Hacia 1944, Pucci y Reig son quienes, con la misma técnica aportan nuevos avances en su estudio, en 1947, Aprile y Carames retoman de nuevo la técnica de diafanización, usando relleno con tinta china. A su vez Bernard experimentó la técnica de ionoforesis, aunque resulta insuficiente pues solo puede visualizar los conductos laterales con apertura a periodonto.

Ya en 1950, Wheeler, utiliza de nuevo el segueteadado, en 1952 Diamond aplica la técnica de la radiografía simple. Para 1955 Giuntoli aplica la técnica de relleno con metacrilato de metilo y Barone lo hace con la inyección de celuloide plástico negro para su posterior diafanización. Finalmente Meyer se ocupa de este tema con cortes microscópicos.⁶

A continuación se describe la técnica de diafanización dental utilizada como auxiliar para el estudio y conocimiento de la anatomía interna, la cual



consiste en la transformación de la estructura dentaria de un diente natural y tornarlo transparente.

Esta técnica fue usada en el año 2007 por Chegüe Vargas en México, la cual, consiste en sumergir en hipoclorito al 15% durante 15 minutos los dientes previamente limpios. Realizar el acceso al sistema de conductos y una vez localizada la entrada de los conductos se les inyecta tinta china la cual se dejara secar 24 horas. Se procede a cubrir la corona con cera rosa y se colocan en ácido nítrico al 5%, cubriéndose el doble del volumen de los dientes por 48 horas, con un cambio del ácido nítrico a las a las 24 horas y lavados con agua corriente por tres minutos, se dejan secar a temperatura ambiente por cuatro horas.

Se colocan en frascos nuevos conteniendo alcohol del 96 al 80% por 12 horas, posteriormente en alcohol al 90%, se retira la cubierta de la cera de la corona y se secan en un paño seco por 45 minutos para colocarse en tubos de ensayo conteniendo salicilato de metilo cubriendo el doble del volumen de los dientes, los cuales deben permanecer en esta solución para que no pierdan su propiedades de transparentación.⁸

La investigación mexicana también contribuyó de manera importante en el estudio de la anatomía interna de los dientes, fue el Dr. Yury Kuttler quien, en la revista "*Oral surgery, oral medicine and oral pathology*", pública varios artículos sobre endodoncia.

Respecto al estudio de la anatomía interna en el año de 1955 el Dr Kuttler en su artículo "*Microscopic investigation of root apexes*" reitera la importancia del conocimiento completo de la anatomía microscópica y topográfica de los dientes y de los ápices dentales, como el fundamento para mejorar el tratamiento de conductos, basándose en la poca visibilidad que se tiene de los ápices en un radiografía decide hacer un estudio de 268 dientes, concluyendo que el centro del foramen, el diámetro, la forma y su



localización, varían dependiendo la edad debido a la disposición de nuevas capas de cemento.⁹

Tomando en cuenta las limitaciones de la visibilidad de los conductos radiculares que ofrecen las radiografías, en enero de 1972, el Dr. Kuttler junto al Dr. Pineda, en su artículo "*Mesiodistal and buccolingual roentgenographic investigation of 7,275 root Canals*", deciden analizar mediante radiografías en sentidos buco-lingual y mesio-distal 4183 dientes, con 6,219 raíces haciendo posible estudiar 7,275 conductos radiculares.

Determinando que los conductos radiculares varían en número, tamaño forma y tienen diferentes divisiones, fusiones, direcciones y estados de desarrollo y que dichas variaciones dependerán del grupo de dientes al que pertenezcan, pudiéndose determinar un panorama general de la anatomía interna.¹⁰



Fig. 4 Dr. Yury Kuttler.¹¹

Todos estos antecedentes históricos, nos hacen reflexionar, sobre la persistencia que se ha tenido a lo largo de la historia de la odontología sobre adquirir un mejor conocimiento, a través de la observación, utilizando diferentes técnicas de estudio, sin inclinarse por ninguna y solo tomando los resultados benéficos.



2. TIEMPO DE ERUPCIÓN Y CIERRE APICAL

2.1 ODONTOGÉNESIS

El estudio del proceso de odontogénesis, es indispensable para poder determinar algunas relaciones con las principales variaciones anatómicas y con las patologías de desarrollo que sufren los dientes, ya que este proceso incluye toda la formación dentaria y sus peculiaridades.

En la especie humana, cada diente en desarrollo crece como una unidad anatómicamente diferente, aunque sigan básicamente el mismo proceso de formación hasta la fase coronal.^{12, 13}

A partir de la cuarta semana de vida intrauterina es posible reconocer el estomodeo, que está delimitado en su porción superior por el tubo neural, caudalmente por la eminencia cardíaca y, lateralmente, por el primer par de arco branquiales, el cual se caracteriza porque su superficie está revestida por el ectodermo, (tejido epitelial primitivo) en el lugar del endodermo como sucede en los arcos restantes. Su región central está compuesta inicialmente por células del mesénquima y será posteriormente invadida por células de la cresta neural.¹²

Las dos capas germinativas que participan en la formación de los dientes son: el epitelio ectodérmico, que origina el esmalte, y el ectomesénquima que forma los tejidos restantes (complejo dentino pulpar cemento ligamento periodontal y hueso alveolar).¹⁴



En el proceso de desarrollo de las piezas dentarias se van a distinguir dos grandes fases:

- 1.- La morfogénesis o morfodiferenciación que consiste en el desarrollo y formación de los patrones coronarios y radiculares.
- 2.- La histogénesis o citodiferenciación que conlleva la formación de los distintos tipos de tejidos dentarios: el esmalte, la dentina y la pulpa en los patrones previamente formados.

MORFOGÉNESIS DEL ÓRGANO DENTARIO

DESARROLLO Y FORMACIÓN DEL PATRÓN CORONARIO:

Comienza en la sexta semana de vida intrauterina, consiste en la diferenciación de la lámina dental, a partir del ectodermo que tapiza el estomodeo, da origen a dos nuevas estructuras:

La lámina vestibular, que dará origen al surco vestibular entre el carrillo y la zona dentaria.

La lámina dentaria, que en la octava semana dará origen a 10 crecimientos epiteliales dentro del ectomesénquima de cada maxilar y alrededor del quinto mes se originaran los 32 gérmenes de la segunda dentición

El indicio del primer molar de la segunda dentición existe ya en el cuarto mes de vida intrauterina. ¹⁴

El desarrollo del germen dentario sigue su proceso de evolución, el cual, para su estudio es dividido en una serie de etapas o estadios:

- Estadio de brote:

Periodo de iniciación y proliferación breve, consiste en un crecimiento redondeado y localizado de células epiteliales rodeadas por células mesenquimatosas en proliferación, se origina un engrosamiento del extremo más profundo que constituye el primordio o brote dental, al mismo tiempo que el ectomesénquima que rodea a esta estructura se condensa formando el saco o folículo dentario. ^{13,14}

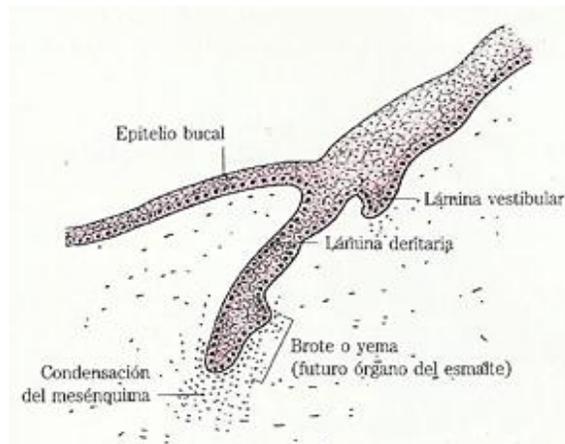


Fig. 5 Esquema de la formación del brote dental. ¹⁴

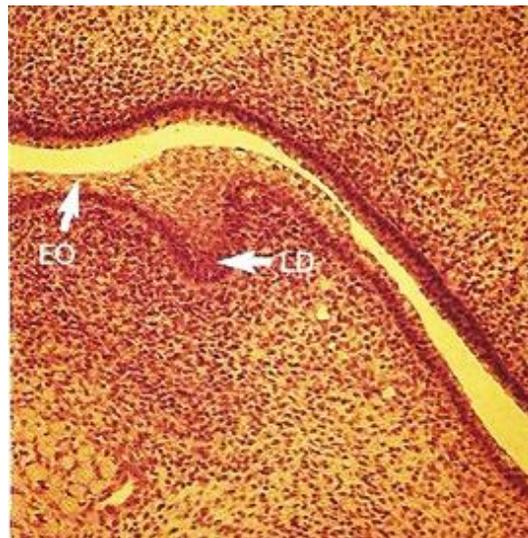


Fig.6 Imagen histológica de la formación del brote dental. ¹⁵
EO – Epitelio Oral
LD – Lámina dental

- Estadio de casquete:

Proliferación desigual del brote, alrededor de la novena semana, determina una concavidad profunda, que encierra una porción del ectomesénquima que lo rodea, siendo esto la futura papila dentaria que dará origen al complejo dentinopulpar.

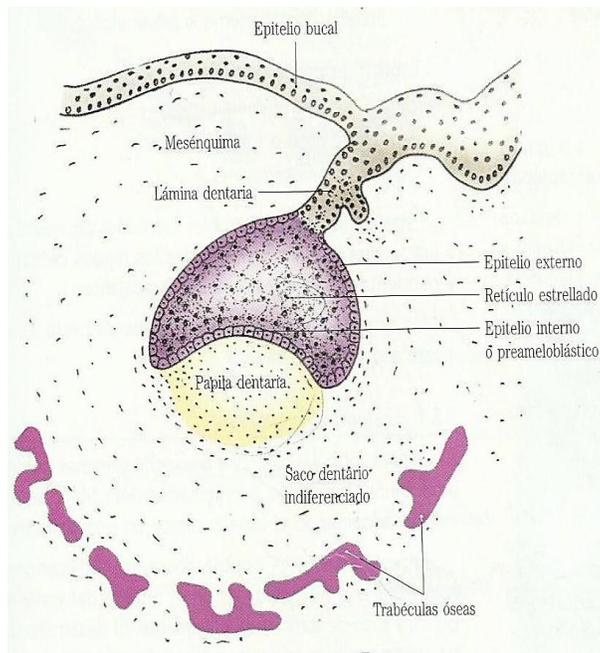


Fig. 7 Esquema del estadio de casquete. ¹⁴

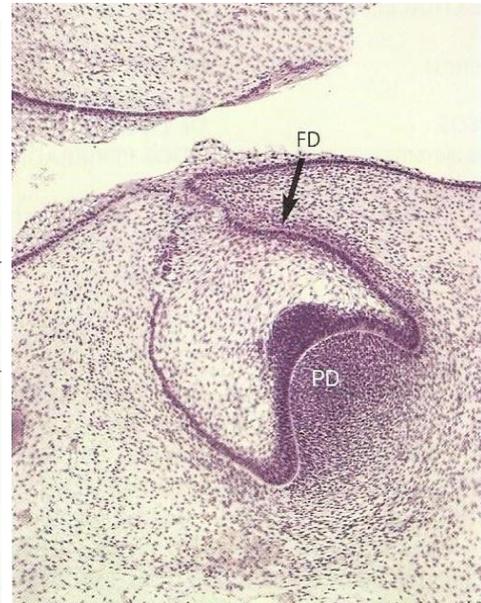


Fig. 8 Imagen histológica del estadio de casquete. ¹⁵
FD – Folículo Dental
PD – Papila Dental

En la etapa de casquete se desarrollarán tres estructuras embrionarias fundamentales para el desarrollo dentario:

- Órgano del esmalte de origen ectodérmico.
- Esbozo de papila dentaria de origen ectomesenquimatoso.
- Esbozo del saco dentario de origen ectomesenquimatoso.

Estas estructuras por cambios morfológicos, químicos y funcionales darán origen a todos los tejidos dentarios y peridentarios. ¹⁴

- Estadio de campana:

Ocurre entre las catorce y dieciocho semanas de vida intrauterina, se acentúa la invaginación de la papila dental, adquiriendo forma de campana, con características morfológicas que corresponderán a las de la corona del diente específico en formación.

En el epitelio periférico se distinguen un área relacionada con la papila dental, que es el epitelio interno del esmalte y un área relacionada con el saco o folículo dentario que es el epitelio externo del esmalte.

Las células del epitelio interno del esmalte se caracterizan por adquirir la forma del diente a desarrollar y que se convertirán en los ameloblastos que forman el esmalte de la corona. Las células del epitelio externo del esmalte, que cubren el órgano del esmalte tienen la función de organizar una red capilar que nutrirá los ameloblastos.

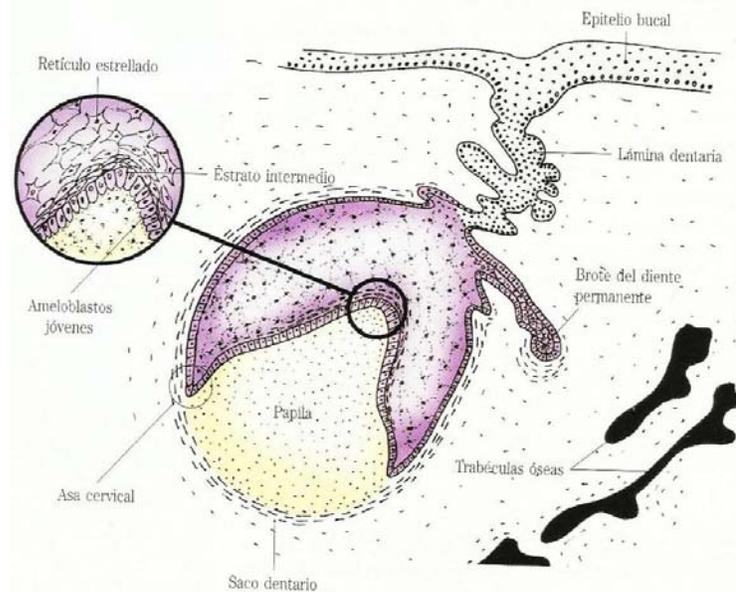


Fig. 9 Esquema del estadio de campana. ¹⁴

Entre estas dos capas celulares se sitúan las células del retículo estrellado. Durante el estadio de campana, las células de la periferia de la papila dentaria se convierten en odontoblastos, diferenciadas a partir de células mesenquimatosas. A medida que los odontoblastos se alargan pasan a ser cilíndricos, forman una matriz de fibras de colágeno conocida como predentina. Después de 24 horas este incremento de la matriz calcificada se convierte en dentina. Una vez producidos varios incrementos de dentina, los ameloblastos diferenciados depositan una matriz de esmalte. La dentinogénesis siempre precede a la amelogénesis.^{6, 12, 13, 14}

También es posible observar el establecimiento de un asa cervical, que es la unión de los epitelios dentarios interno y externo. En esta zona al finalizar la fase coronal, las células presentarán una actividad proliferativa determinando la vaina epitelial de Hertwig que induce a la formación radicular.¹²

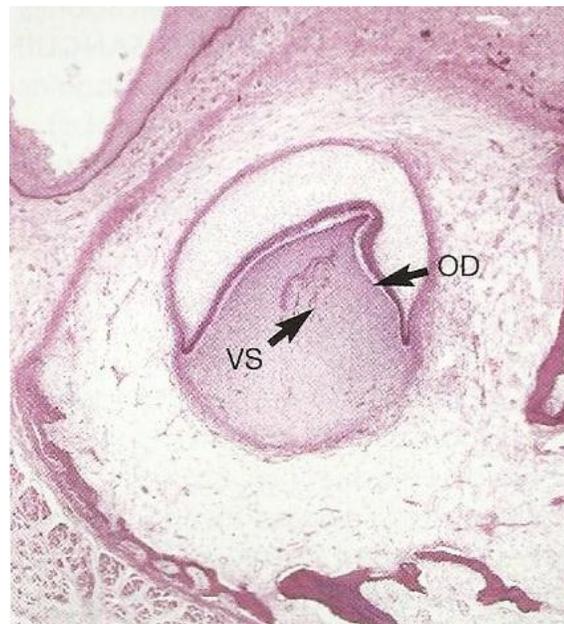


Fig. 10 Imagen histológica del estadio de campana.¹⁵
OD-Capa de Odontoblastos
VS- Vasos Sanguíneos



HISTOGÉNESIS DEL ÓRGANO DENTARIO

DESARROLLO DE LA PAPILA DENTARIA:

La papila dentaria es una agrupación densa de células, las cuales son fibroblastos en un delicado retículo, que se supone, son importantes en la inducción del esbozo del órgano del esmalte en los estadios de casquete y campana.

Esta densidad celular se mantiene a medida que crece el órgano del esmalte.

En la papila dentaria aparecen vasos sanguíneos, junto con fibras nerviosas, los vasos le aportan nutrientes a este retículo, los cambios celulares provocan la formación de una dura cubierta alrededor de la papila central, cuando esto ocurre la papila se conoce como pulpa dental.¹³

DENTINOGENESIS:

La dentina es el primer tejido que se forma como resultado de la interacción del epitelio interno del órgano del esmalte con células de la papila dentaria, diferenciándose en odontoblastos, originando así la zona de Weil, que a medida que se diferencian, comienzan a elaborar en capas sucesivas una matriz orgánica de fibrillas colágenas, proteoglicanos, glicoproteínas, fosoproteínas, osteopontina, osteocalcina y sialoproteína ósea.

En medida que se forma la matriz, los odontoblastos se alejan hacia el centro y dejan detrás de sí una prolongación alrededor de la cual se formará dentina. Aquí es posible ver una inducción doble, pues al mismo tiempo que el epitelio dentario es fundamental para la formación de dentina, este evento es el paso inicial de la amelogenesis.¹²



AMELOGÉNESIS:

Cuando existe la interacción entre las células del epitelio interno y las células de la papila dentaria para diferenciar los odontoblastos, las mismas células papilares inducen una alteración en las células del epitelio interno del órgano dentario mediante la diferenciación de preameloblastos y posteriormente en ameloblastos, que son los responsables de la formación de la matriz orgánica del esmalte.

Los ameloblastos emiten una prolongación citoplasmática corta (prolongación de tomes) que posee gránulos de secreción y pequeñas vesículas que contienen básicamente amelogeninas y enamelinas, formando así una matriz sobre la superficie de dentina recién formada la cual pasa por un proceso de mineralización casi inmediato para la disposición de los cristales de hidroxiapatita formando el esmalte coronario.¹²

MADURACIÓN DE LA CORONA:

Al finalizar la amelogénesis y cuando la amelogenina se ha depositado, la matriz empieza a mineralizarse, tan pronto como se depositan los pequeños cristales minerales, empiezan a crecer en longitud y diámetro. El tiempo entre el depósito de la matriz del esmalte y su mineralización es corto por eso, durante este proceso la proteína del esmalte cambia o madura y se denomina enamelina.

El contenido mineral del esmalte sobrepasa con rapidez el de la dentina para convertirse en el tejido más fuertemente calcificado del organismo un 95% del esmalte sobre un 69% de la dentina. Con la mineralización del esmalte completada y establecido su grosor se forma la corona del diente.¹³

FORMACIÓN DE LA RAÍZ:

Las células de la región del órgano del esmalte proliferan y forman una capa celular doble conocida como vaina epitelial de Hertwig, el borde libre de la vaina (diafragma epitelial) determina el foramen apical primario.

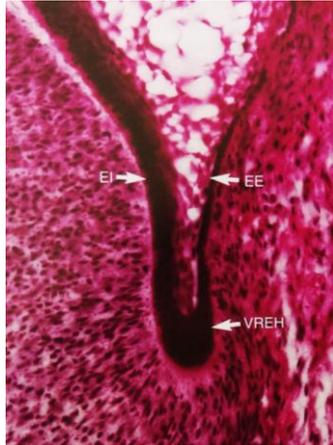


Fig. 11 Imagen histológica del crecimiento de la vaina epitelial de Hertwig.¹⁵

VREH - Vaina Radicular Epitelial De Hertwig
EI - Epitelio Interno
EE – Epitelio Externo

Una vez formada la vaina, se formará la dentina radicular, debido a la diferenciación de los odontoblastos, este sería el mecanismo para un diente monorradicular, los multirradiculares se forman a partir de las proyecciones de esa vaina determinando la presencia de dos o más raíces, la división de las raíces tiene lugar durante el crecimiento diferencial de la vaina radicular. Durante la formación radicular el ápice de la raíz asume una posición estacionaria con relación al borde inferior o superior del hueso.^{12, 13}

2.2 HISTOLOGÍA DEL COMPLEJO DENTINO-PULPAR

DENTINA:

Fase mineralizada del complejo dentino-pulpar, la parte inorgánica está formada por hidroxapatita y la parte orgánica formada por colágeno tipo I. En toda su estructura se encuentran dispuestos los túbulos dentinarios, que en su interior contienen líquido tisular y prolongaciones odontoblásticas, siendo más finos al aproximarse al esmalte. Además de poseer otros elementos

estructurales, como la dentina peritubular, la intertubular, interglobular, y la capa granulosa de Tomes.

Tipos de dentina

Primaria: perfila a la cámara pulpar del diente.

Secundaria: depositada después de la formación de la raíz aunque no es de manera uniforme, siendo en mayor cantidad en el techo y en el piso pulpar.

Terciaria: conocida como reparadora o reaccional, que se deposita como respuesta a un estímulo físico o biológico.¹²

PULPA DENTAL:

Tejido conjuntivo de origen ectomesenquimatoso (papila dentaria), sus funciones principales son: formación, nutrición, defensa e inducción.

La arquitectura tisular la podemos observar en cuatro zonas:

- Zona odontoblástica o periférica.
- Zona de Weil o acelular, capilares sanguíneos, fibras nerviosas amielínicas y prolongaciones fibroblásticas).
- Zona rica en células (zona central): células mesenquimatosas indiferenciadas y fibroblastos, células de defensa.
- Pulpa propiamente dicha: contiene vasos sanguíneos y nervios mayores.^{12, 13}

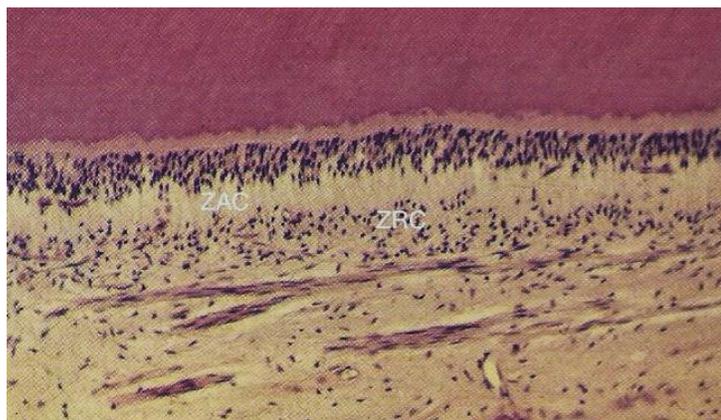


Fig. 12 pulpa periférica ZAC zona acelular
ZRC zona rica en células.¹⁵

2.3 GENERALIDADES

DESARROLLO ^{2, 4, 16, 17}

Principio de calcificación	Al nacer
Calcificación completa del esmalte	2 ½ a 3 años
Principio de la erupción	6 a 7 años
Formación completa de la raíz	9 a 10 años

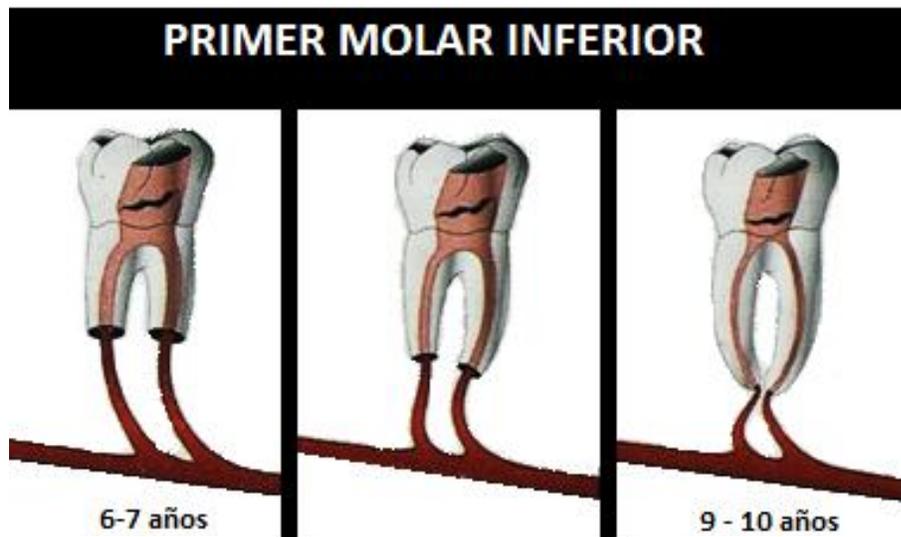


Fig. 13 Esquema representativo de la erupción y formación de la raíz del primer molar inferior. ⁴

3. LONGITUD PROMEDIO

VALORES EN EL SISTEMA DENTARIO ^{2, 17}

Estética	50 %
Fonética	50 %
Fisiológica	100 %

4. NÚMERO DE RAÍCES Y VARIACIONES ANATÓMICAS

4.1 ANATOMÍA EXTERNA DEL PRIMER MOLAR INFERIOR

CORONA

Respecto a su anatomía externa posee tres lóbulos vestibulares (mesiovestibular, distovestibular y distal) y dos linguales (mesiolingual y distolingual) cada uno con su respectiva cúspide.

El diámetro mesiodistal es más ancho en el lado vestibular que en el lingual.²



Fig. 15. Vista oclusal primer molar inferior¹⁸

Las cúspides vestibulares son relativamente planas, la cúspide mesiovestibular es la más ancha de las tres, la distovestibular es casi tan ancha como la mesiovestibular, y la cúspide distal representa una pequeña parte de la cara vestibular.¹⁶



Fig. 16 Vista vestibular y lingual del primer molar inferior.¹⁸

Las cúspides linguales son puntiagudas y altas, la mesiolingual es la más prominente. Entre cada cúspide existe un surco de desarrollo que actúan como líneas de demarcación.¹⁶



Fig. 17 Vista mesial y distal del primer molar inferior.¹⁸

RAÍCES

Por lo regular se describe como un diente birradicular, una raíz mesial y una distal, que suelen presentarse separadas, bien formadas y equilibradamente desarrolladas. La bifurcación de las dos raíces está aproximadamente 3 mm por debajo de la línea cervical.^{16, 19, 20, 21}



Fig. 18 Esquema de la anatomía externa del primer molar inferior.³

La raíz mesial es ancha y esta curvada mesialmente desde la línea cervical hasta el tercio medio y a partir de este punto se curva distalmente en dirección del ápice, su ápice es de forma cónica.

La raíz distal está menos curvada que la mesial y su eje está en dirección distal desde el cuello hasta el ápice, su ápice suele ser más puntiagudo. En las caras mesial y distal de ambas raíces existen depresiones de desarrollo que reducen las dimensiones mesiodistales.¹⁶



Fig. 19 A- anatomía externa, B- simulación en 3D de la cavidad pulpar, C – visión radiográfica del primer molar inferior²¹

4.2 VARIACIONES ANATÓMICAS

VARIACIONES ANATÓMICAS DE LA CORONA

La corona puede tener cuatro lóbulos y elevaciones en lugar de cinco, ya que puede faltar el lóbulo distovestibular y su elevación, lo que cambia la forma de la cara oclusal adquiriendo el aspecto de segundo molar inferior,

A veces hay una elevación adicional en la fisura lingual, entre las dos cúspides linguales, presentándose como un primer molar inferior de 6 cúspides.¹⁶



Fig. 20 Distintos tipos de cara oclusal que puede presentar el primer molar inferior.³

Fotografías de dientes naturales proporcionados al departamento de Realidad Virtual de la Facultad de Odontología, se puede apreciar la anatomía de la cara oclusal.

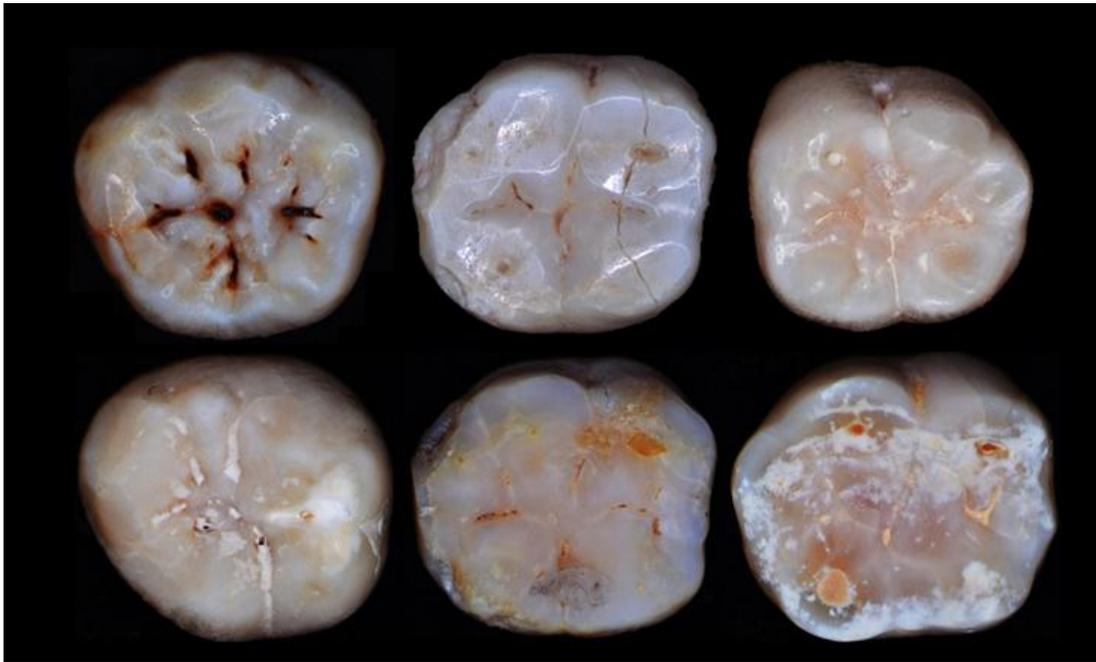


Fig. 21 Fotografías de caras oclusales ²²

VARIACIONES ANATÓMICAS DE LA RAÍZ

Los ápices de las raíces pueden inclinarse de manera diferente. La raíz mesial puede estar bifurcada y con menor frecuencia la distal puede estarlo también dando el aspecto de cuatro raíces al diente. ¹⁶



Fig. 22 Distintos tipos de raíces que puede presentar el primer molar inferior. ³

Fotografías de dientes naturales proporcionados al departamento de Realidad Virtual de la Facultad de Odontología, se puede apreciar la anatomía de las raíces del primer molar inferior.



Fig. 23 Fotografías de raíces.²²

VARIACIONES EN NÚMERO DE RAÍCES

Respecto a las variaciones del número de raíces, en la revisión de la literatura, se revela una fuerte relación entre la presencia de una tercera raíz en el 13% de los dientes y la etnia de los pacientes, particularmente en asiáticos, mogoles y esquimales.

El siguiente mapa representa la relación entre la incidencia de una tercera raíz y la localización geográfica de poblaciones específicas.²³

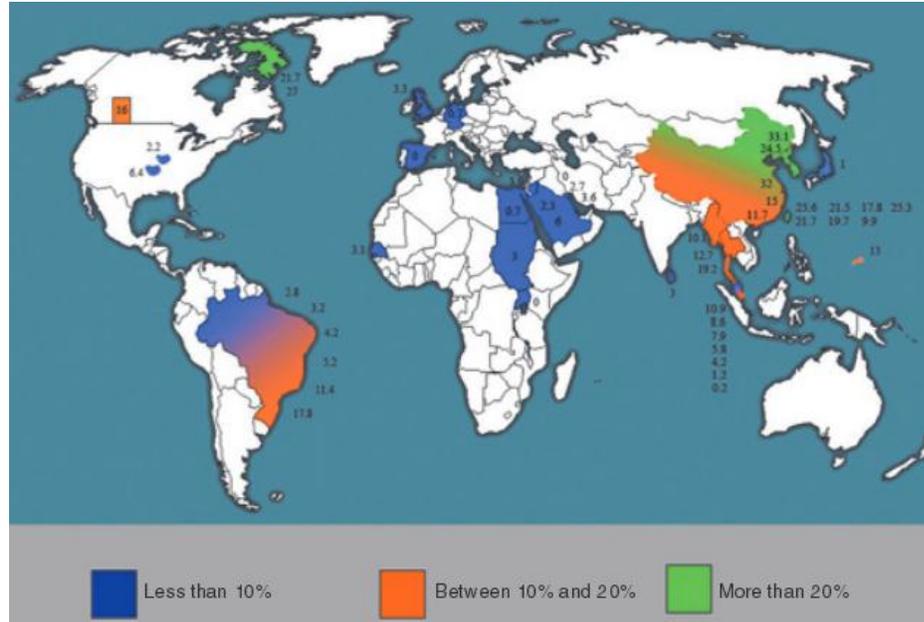


Fig. 24. Frecuencia de la tercera raíz en la población mundial.²³

El primer molar inferior con tres raíces, fue descrito por primera vez en Inglaterra por A.E. Taylor in 1899, desde ahí los investigadores los han reportado con varias frecuencias en las poblaciones humanas, siendo más alta en la población asiática.²⁴

Cuando la localización de la raíz supernumeraria es en lingual, se le conoce como raíz entomolar, (*radix entomolaris*) y cuando la posición de esta tercera raíz es en bucal, es llamada raíz paramolar (*radix paramolaris*).²³

Raíz Entomolaris (*Radix Entomolaris*)

Raíz supernumeraria que puede ser encontrada distolingualmente, este término fue descrito por Carabelli en 1844. Las dimensiones pueden variar desde una extensión cónica corta a una raíz bien desarrollada con una

longitud y un conducto radicular normal, puede estar separada o parcialmente fusionada con las otras raíces.

Siendo reportada con una ocurrencia bilateral del 50% al 67%, en poblaciones europeas con una frecuencia de 3.4 - 4.2%, en poblaciones africanas máximo 3%, en euroasiáticos y poblaciones hindúes menores al 5% y en poblaciones mongoloides, chinas esquimales e indios americanos ocurre de un 5% a un 40%.²⁴

La raíz entomolar ha sido clasificada bajo diferentes propuestas basándose en la curvatura de la raíz y la curvatura del canal radicular.

Ribeiro y Consolaro en 1997 proponen la clasificación siguiente:

- Tipo I Raíz recta
- Tipo II Inicialmente curva y continua como una raíz recta
- Tipo III Inicialmente curva en el tercio cervical, con una curva secundaria orientada bucalmente, empezando desde el tercio medio hasta el tercio apical.²⁴

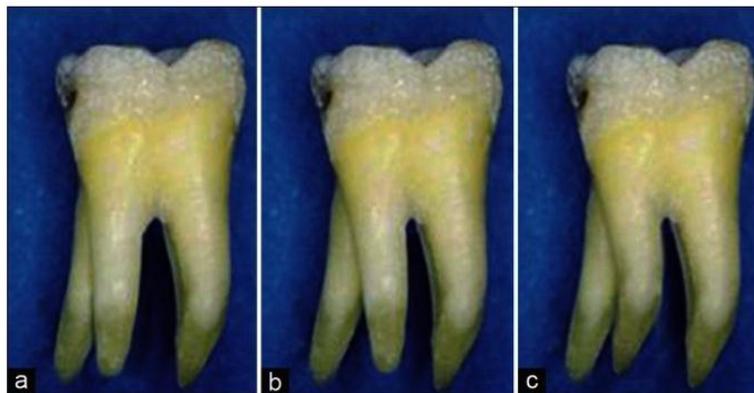


Fig. 23 Clasificación de Ribeiro y Consolaro (a) Tipo I (b) Tipo II (c) Tipo III.²⁴

Carlsen y Alexandersen describen cuatro diferentes tipos de raíz entomolar, de acuerdo a la localización de la parte cervical.

El tipo A y B se refieren a una localización distal de la parte cervical de la raíz entomolar con dos componentes normales y un componente normal de la raíz distal respectivamente.

El tipo C refiere una localización mesial de la parte cervical.

El tipo AC refiere una localización entre la raíz mesial y la raíz distal.²⁴

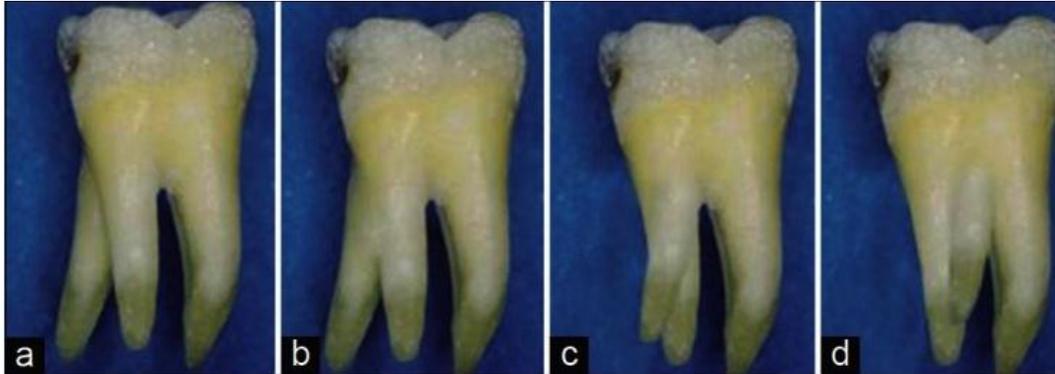


Fig. 24 Clasificación Carlsen y Alexandersen (a) Tipo A (b) Tipo B (c) Tipo C (d) Tipo AC.²⁴

Raíz Paramolaris (*radix paramolaris*)

Bolk reportó la incidencia de una raíz adicional localizada bucalmente que ocurre con menor frecuencia que la raíz entomolaris. Las dimensiones pueden variar desde una raíz desarrollada con un conducto radicular a una extensión cónica corta. Carlsen y Alexandersen describen dos diferentes tipos: Tipo A en la cual la parte cervical está localizada en la raíz mesial y el tipo B en el cual la parte cervical está localizada centralmente entre la raíz mesial y la distal.²⁴



Fig. 25 Clasificación Carlsen y Alexandersen de la raíz paramolaris (a) Tipo A (b) Tipo B.²⁴



A continuación se presentan tablas con porcentajes de la presencia de variaciones en el número de raíz:

Tabla 1. De un total de 10,044 dientes, se muestra el estudio comparativo entre población asiática y no asiática y su relación con la presencia de varias raíces.²¹

VARIACIONES EN EL NÚMERO DE RAÍCES					
	Raíces Dientes	1	2	3	4
Todos los estudios	10,044	0.2% (19)	85.2% (8,555)	14.6% (1,465)	0.02% (2)
Población no asiática	3,263	-	96.9% (3,163)	2.97% (97)	-
Población asiática	6,781	0.3% (19)	79.5% (5,392)	20.2% (1,368)	0.03% (2)

Tabla 2. Estudios tridimensionales para demostrar la relación que existe entre la presencia de 3 raíces y la etnia.²⁵

Author/year	Population	Total no. of teeth	3 roots %
Gu et al/2010	Chinese (Jiangsu)	122	32% (39)
Huang et al/2010	Taiwanese (Taiwan)	237	25.3% (60)
Song et al/2010	Korean (Korea)	3,088	24.5% (756)
Al-Qudah and Awawdeh/2009	Jordanian (Jordan)	330	3.9% (13)
Chen et al/2009	Taiwanese (Taiwan)	183	19.7% (36)
Rwenyonyi et al/2009	African (Uganda)	224	0
Chen et al/2009	Taiwanese (Taiwan)	293	9.9% (29)
Tu et al/2009	Taiwanese (Taiwan)	246	25.6% (63)
Reuben et al/2008	Hindu	125	
Ahmed et al/2007	Sudanese (Sudan)	100	3% (3)
Peiris et al/2007	Srilanker (Sri Lanka)	100	3% (3)
Gulavibala et al/2002	Thai (Thailand)	118	12.7% (15)
Gulavibala et al/2001	Burmese (Burma)	139	10.1% (14)
Zaatar et al/1998	Kuwaiti (Kuwait)	49	0
Sperber and Moreau/1998	African (Senegal)	480	3.1% (15)
Zaatar et al/1998	Kuwait	49	0
Rocha et al/1996	Unspecified (Brazil)	232	5.2% (12)
Loh/1990	Malay (Singapore)	304	7.9% (24)
Younes et al/1990	African (Egypt)	457	0.7% (3)
Younes et al/1990	Asian (Saudi Arabia)	385	2.3% (9)

(Continúa)



Onda et al/1989	Hindu (Caucasians living in Japan)	198	1% (2)
Walker/1988	Chinese (Hong Kong)	100	15% (15)
Reichart and Metah/1981	Thai (Thailand)	364	19.2% (70)
Hochstetter/1975	Unspecified (Guam)	400	13% (52)
Curzon/1973	English Caucasian (England)	390	3.3% (13)
Curzon/1971	Mongoloid Keewatin Eskimo (Canada)	98	27% (26)
Skidmore and Bjorndahl/1971	Caucasian (USA)	45	2.2% (1)
Tratman/1938	Chinese (Singapore)	1,615	5.8% (94)
	Malay (Singapore)	475	8.6% (41)
	Japanese (Singapore)	110	10.9% (12)
	Hindu (Singapore)	453	0.2% (1)
	Japanese (Singapore)	168	1.2% (2)
	Eurasian (Singapore)	262	4.2% (11)
Number of teeth		11,765	
Incidence of 3 roots			12.2% (1434)

Tabla 3. Estudios bidimensionales para demostrar la relación que existe entre la presencia de 3 raíces y la etnia.²⁵

Author/year	Population	Total no. of teeth	3 roots %
Schäfer et al/2009	German (Germany)	1,024	0.7% (7)
Song et al/2009	Korean (Korea)	1,304	33.1% (431)
Pattanshetti et al/2008	Kuwaiti and non-Kuwaiti (Filipino, Indonesian, Hindu, Srilanker, Egyptian, and Syrian)	110	3.6% (4)
Huang et al/2007	Taiwanese (Taiwan)	332	21.7% (72)
Tu et al/2007	Taiwanese (Taiwan)	332	17.8% (59)
Al-Nazhan/1999	Saudi (Saudi Arabia)	251	6% (15)
Zaatar et al/1997	Kuwaiti (Kuwait)	147	2.7% (4)
Yew and Chan/1993	Chinese (Taiwan)	832	21.5% (179)
Ferraz and Pecora/1992	Caucasian (Brazil)	117	4.2% (5)
	African (Brazil)	106	2.8% (3)
	Japanese (Brazil)	105	11.4% (12)
Steelman/1986	Hispanic (West Dallas)	156	6.4% (10)
Fabra Campos/1985	Unspecified (Spain)	145	0
Walker and	Chinese (Hong Kong)	426	11.7% (50)
Curzon/1974	Baffin Eskimo (Canada)	69	21.7% (15)

(Continúa)

de Souza Freitas et al/ 1971	Japanese (Brazil)	466	17.8% (83)
	Caucasian (Brazil)	844	3.2% (27)
Somogy-Csizmazia and Simmons/1971	Canadian, Alberta Indian (Mongoloid)	250	16% (40)
Number of teeth Incidence of 3 roots		7,016	14.5% (1016)
Overall total number of teeth Overall incidence of 3 roots		18,781	13% (2,450)

5. NÚMERO DE CONDUCTOS Y VARIACIONES ANATÓMICAS

5.1 ANATOMÍA INTERNA DEL PRIMER MOLAR INFERIOR

La cavidad pulpar es el espacio interior del diente, ocupado por la pulpa dental, está rodeado por la dentina y solo en su porción terminal por el cemento. ²⁶

Sus dimensiones son proporcionales al tamaño del diente y de la edad, ya que conforme avanza la edad se engrosan las paredes debido al proceso evolutivo de la dentina. ^{6, 26}



Fig. 26 Fotografía de la cavidad pulpar ²²

CÁMARA PULPAR

Espacio interno situado en la zona coronaria, debido a que la cámara pulpar reproduce la forma externa del diente, el primer molar inferior, posee una cámara pulpar con forma cúbica. El techo presenta tantas convexidades cuantas sean las cúspides generalmente tres vestibulares y dos linguales, aunque el volumen de la cámara pulpar no es constante debido a los continuos cambios fisiológicos de la dentina. Un aspecto importante del techo cameral y de gran interés son las astas pulpares siendo pequeñas prolongaciones hacia la superficie externa del diente y en el caso del primer molar inferior puede presentar tantas astas pulpares como cúspides. De ordinario tiene cuatro bien definidas.

Al aproximarse al piso, la cámara tiende a ser triangular, con su vértice hacia distal y su base mayor orientada hacia mesial, se puede diferenciar la entrada de los conductos radiculares, por lo regular se observan dos orificios bien separados en mesial (mesiovestibular y mesiolingual) y un conducto oval en sentido vestíbulo lingual en distal. ^{4, 6, 19, 26, 27}



Fig. 27 Corte transversal a la altura del piso de la cámara pulpar.²²

VARIANTES DE LA CÁMARA PULPAR

Una variante de la forma de la cámara pulpar del primer molar inferior es el taurodontismo, fue definido por Witkop como un diente con una cámara pulpar grande en el cual la bifurcación o trifurcación es desplazada apicalmente de modo que la cámara tiene mayor altura coronal-apical que en los dientes normales y carece de la constricción en el nivel de la unión cemento-esmalte. Anteriormente, se relacionaba con síndromes como el de Down y de Klinefelter. Hoy en día, se considera como una variación anatómica que podría ocurrir en una población normal.

El término fue introducido por Sir Arthur Keith para describir la condición "de toro", la etiología se cree que es causada por el fracaso del diafragma epitelial de la vaina de Hertwig al no invaginarse en el nivel horizontal adecuado, lo que resulta en un diente con raíces cortas, cuerpo alargado, una pulpa ampliada, y dentina normal.

Shaw clasificó el taurodontismo en hipo, meso e hipertaurodontismo basándose en el desplazamiento apical del piso de la cámara pulpar. Witkop en 1988 usó los siguientes puntos de referencia en las radiografías para el diagnóstico de taurodontismo: ²⁴

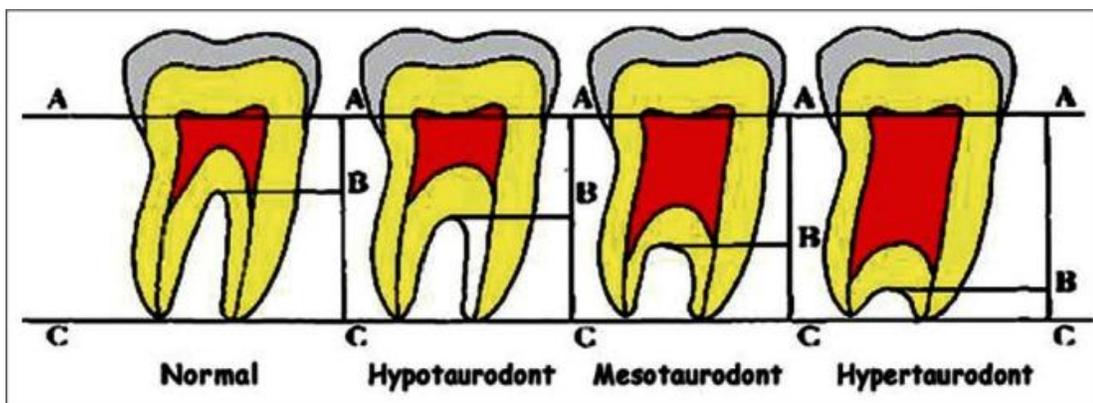


Fig. 28 Clasificación de Witkop para el diagnóstico. ²⁴



Estos dientes muestran una amplia variación en el tamaño y forma de la cámara pulpar, diversos grados de obliteración y la configuración de canal, diversa posición apical de los forámenes y alto potencial de presentar conductos adicionales.²⁴

Tabla 4. Estudios que registran la prevalencia del taurodontismo en diferentes poblaciones:²⁴

Author	Year	Population	Prevalence (%)
Keene ^[77]	1966	Americans of European origin	2.8-hypotaurodontism 0.4-mesotaurodontism
Blumberg <i>et al.</i> ^[78]	1971	Negros and white American patients	2.5
Shifman A. ^[79]	1978	Israelians	5.6
Jorgenson <i>et al.</i> ^[80]	1982	African American children	4.37
Ruprecht <i>et al.</i> ^[81]	1987	Saudi Arabians	11.3
Mac Donald-Jankowski and Li. ^[82]	1993	Chinese	46.4
Sarr <i>et al.</i> ^[83]	2000	Senegalese	48
Park <i>et al.</i> ^[84]	2006	Korean	3.9

CONDUCTOS RADICULARES

Son la comunicación entre la cámara pulpar y el periodonto, dispuestos a lo largo del trayecto radicular.

Los dientes no siempre tienen la misma anatomía interna, existen diferentes nomenclaturas y clasificaciones de los conductos radiculares, tomando en cuenta todas las variaciones y características que puedan presentarse tales como el número de raíces, de conductos radiculares, respecto a su forma, las astas pulpares, conductos laterales, accesorios, furcación de conductos, conexiones interconducto, deltas apicales y forámenes apicales.^{6, 28}

La configuración y morfología del sistema de conductos radiculares ha sido clasificada de diversas formas, a continuación se presentan las clasificaciones más importantes reportadas en la literatura.

5.2 VARIACIONES ANATÓMICAS

Mnemotecnia de Álvarez.

JR Álvarez en 1954 desarrolla la siguiente formula:

- 1) Conducto único desde cervical a apical.
- 2) Dos conductos que nacen separadamente y llegan al ápice por separado.
- 1-2) Nace único y se divide en dos, terminando separadamente.
- 2-1) Nacen por separado y se fusionan terminando en un solo foramen.
- 1-2-1) Conducto que nace único, se bifurca en alguna parte del trayecto, pero estos se fusionan terminando en uno solo.
- 2-1-2) son aquellos conductos que se fusionan en algún tercio de la raíz formando uno solo, más adelante se bifurcará formándose dos nuevamente y terminando en dos forámenes por separado.¹⁷

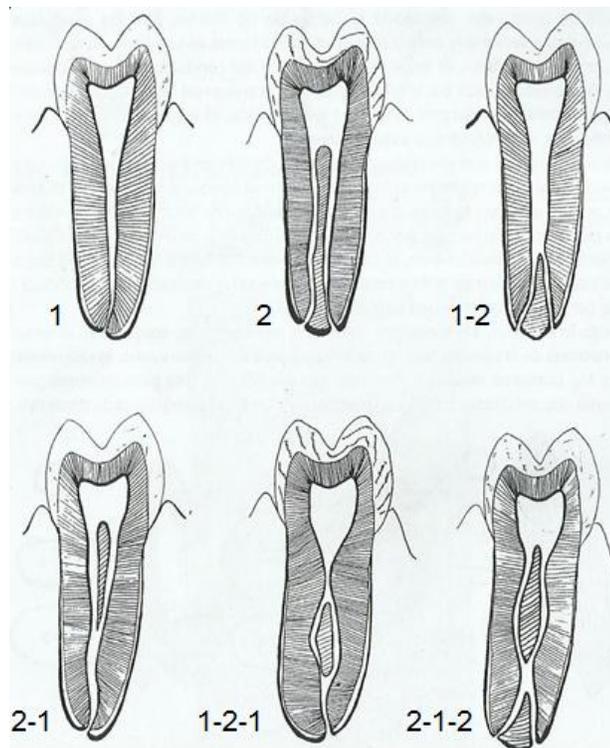


Fig. 29 Esquema representativo de la mnemotecnia de Alvarez.¹⁷

Para el año de 1984, Vertucci y sus colaboradores identifican 8 tipos de configuraciones de cavidades pulpares.²⁴

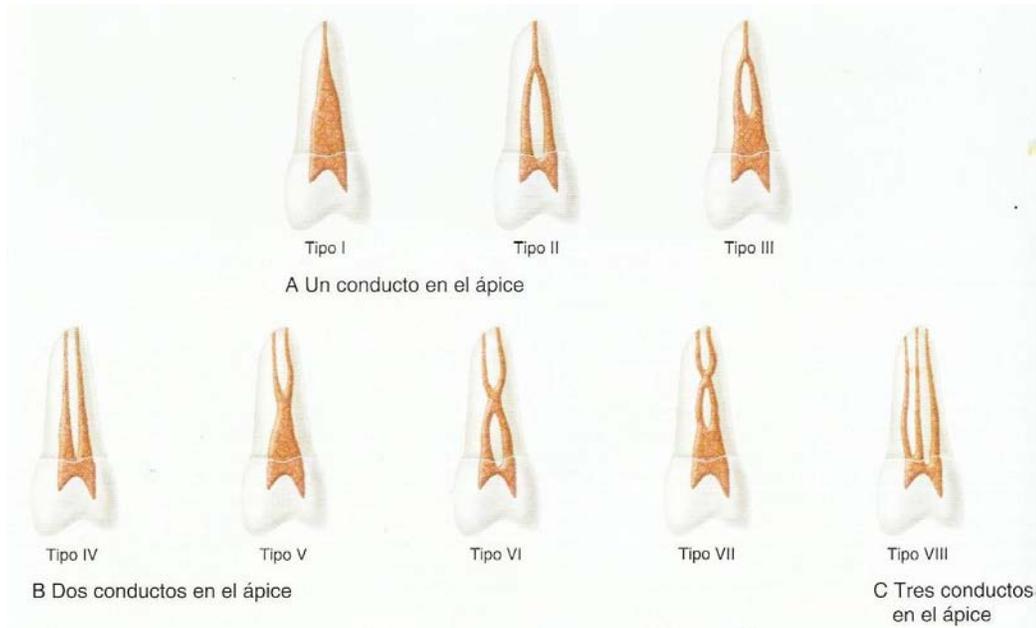


Fig. 30 Clasificación de Vertucci 1974 ¹⁹

Configuraciones de la clasificación de Vertucci. ²⁵

Kartal & Cimilli 1997		Gulavibala et al. 2001						
Type 2a	Type 2b	Type 9	Type 10	Type 11	Type 12	Type 13	Type 14	Type 15
2-1	2-1	3-1	2-1-2-1	4-2	3-2	2-3	4-4	5-4

Sert et al. 2004		Peiris et al. 2007		Al-Qudah & Awawdeh 2009			
Type 16	Type 17	Type 18	Type 19	Type 20	Type 21	Type 22	Type 23
1-3	1-2-3-2	1-2-3	3-1-2	2-3-1	2-3-2	3-2-1	3-2-3

Fig. 31 Configuraciones Adicionales a la clasificación de Vertucci ²⁵

Tipos de conducto adicionales a la clasificación de Vertucci determinados por Sert y Bayirli. ²¹

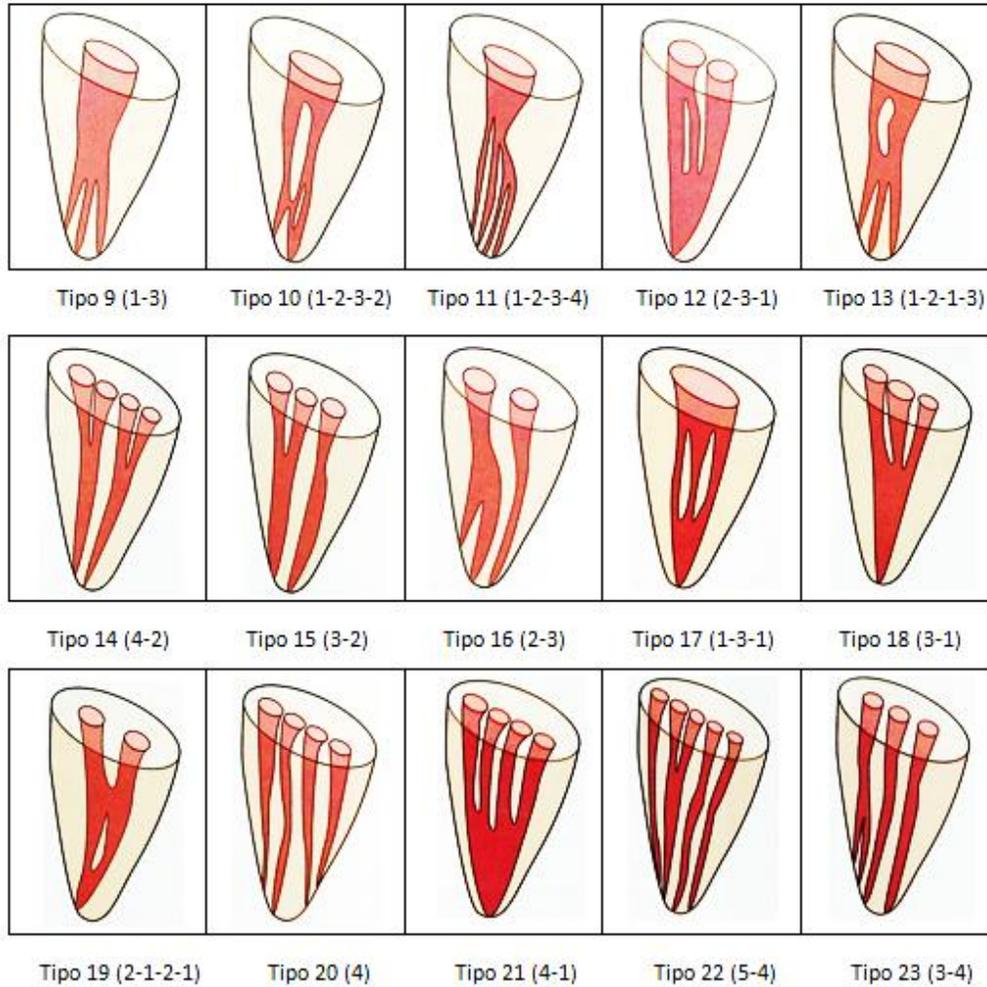


Fig. 32 Clasificación adicional propuesta por Sert y Bayirli. ²¹

Dependiendo del autor que proponga las clasificaciones adicionales va a variar la determinación de los diferentes tipos de conducto, por eso debemos tenerlas presentes y adoptar la que más se ajuste a las características anatómicas presentes. En la revisión bibliográfica la clasificación básica de Vertucci y la mnemotecnica de Álvarez no varían.



Partiendo de la bibliografía básica hasta estudios comparativos, se presentan las siguientes tablas sobre estudios realizados en diferente número de dientes, para determinar el tipo de conducto que presenta.

Tabla 5. Kuttler 1972, estudio en 7,275 conductos radiculares: ¹⁰

	Conducto 1	Conducto 2-1	Conducto 1-2-1	Terminales en 1
Raíz mesial	12.8%	30.2		43.0%
Raíz distal	73%	12.7%		85.7%
	Conducto 2	Conducto 1-2	Conducto 2-1-2	Terminales en 2
Raíz mesial	40.3	6.6	10.1	57.0
Raíz distal	3.7	8.6	2.0	14.3

10

Tabla 6. Vertucci en 1984, estudió en 100 dientes la prevalencia de la configuración del conducto radicular que presentan. ²⁸

Teeth	No. of teeth	Type I, 1 canal	Type II, 2-1 canals	Type III, 1-2-1 canals	Total with one canal at apex	
Mandibular first molar						
Mesial	100	12	28	0	40	
Distal	100	70	15	0	85	
Type IV, 2 canals	Type V, 1-2 canals	Type VI, 1-2-1 canals	Type VII, 1-2-1-2 canals	Total with two canals at apex	Type VIII, 3 canals	Total with three canals at apex
43	8	10	0	59	1	1
5	8	2	0	15	0	0



Tabla 7. Estudio tridimensional de la raíz mesial para demostrar la incidencia de la configuración del sistema de conductos. Usando la técnica de diafanización o tomografía computada.²⁵

Author/year	Number of teeth	Type II	Type IV	Type VIII
Gu et al/2010	45	11.1% (5)	64.4% (29)	2.2% (1)
Arora and Tewari/2009	100	—	—	—
Al-Qudah and Awawdeh/2009	330	36% (119)	52.7% (174)	0.3% (1)
Chen et al/2009	183	29.5% (54)	55.2% (101)	5.5% (10)
Rwenyonyi et al/2009	224	13.8% (31)	44.6% (100)	0
Peiris et al/2008	177	24.9% (44)	60.5% (107)	1.1% (2)
Ahmed et al/2007	100	14% (14)	73% (73)	2% (2)
Peiris et al/2007	100	20% (29)	44% (44)	1% (1)
Sert et al/2004	200	44% (88)	43% (86)	1.5% (3)
Marroquin et al/2004	286	—	—	—
Villegas et al/2004	63	52.4% (33)	34.9% (22)	4.8% (3)
Gulavibala et al/2002	118	21.2% (25)	50.8% (60)	1.7% (2)
Gulavibala et al/2001	139	28.8% (40)	38.1% (53)	0.7% (10)
Wasti et al/2001	30	23.3% (7)	66.7% (20)	3.3% (1)
Seperber and Moreau/1998	480	16% (77)	84% (403)	0
Zaatar et al/1998	49	57.1% (28)	34.7% (17)	0
Rocha et al/1996	199	47.3% (94)	45.2% (90)	0
Çalışcan et al/1995	100	37.3% (37)	44.1 (44)	3.4 (3)
Vertucci/1984	100	28% (28)	43% (43)	1% (1)
Skidmore and Bjorndal/1971	45	33.3% (15)	60% (27)	0
Number of teeth for canal system configuration	2,682			
Incidence		28.6% (768)	55.7% (1493)	1.5% (40)

Tabla 8. Estudio bidimensional de la raíz mesial para demostrar la incidencia de la configuración del sistema de conductos. Usando radiografías periapicales.²⁵

Author/year	Number of teeth	Type II	Type IV	Type VIII
Pattanshetti et al/2008	110	74.5% (82)	25.5% (28)	0
Cimilli et al/2006	102	52.9% (54)	47.1% (48)	0
Jung et al/2005	42	47.6% (20)	47.6% (20)	0
Al-Nazhan/1999	251	52.6% (132)	47.4% (119)	0
Kartal and Cimilli/1997	697	40.7 (284)	53.7% (374)	0
Zaatar et al/1997	147	56.5% (83)	42.9% (63)	0
Fabra-Campos/1989	760			
Walker/1988	100	—	—	1% (1)
Fabra Campos/1985	145			
Martínez-Berna and Badanelli/1983	1418			
Pineda and Kuttler/1972	300	30.3% (91)	40.3% (121)	0
Number of teeth for canal system configuration	1,649			
Incidence		42.7% (746)	44.2% (773)	0.1% (1)
Overall number of teeth for canal configuration	4,331			
Incidence		35% (1,514)	52.3% (2,266)	0.9% (41)



Tabla 9. Estudio tridimensional de la raíz distal para demostrar la incidencia de la configuración del sistema de conductos. Usando la técnica de diafanización o tomografía computada.²⁵

Author/year	Number of teeth	Type I	Type II	Type IV
Gu et al/2010	45	82.2% (37)	2.2% (1)	2.2% (1)
Arora and Tewari/2009	100	—	—	—
Al-Qudah and Awawdeh/2009	330	54.2% (179)	17% (56)	9.4% (31)
Chen et al/2009	183	54.1% (99)	12.6% (23)	25.1% (46)
Rwenyonyi et al/2009	224	84.8% (190)	1.3% (3)	9.4% (21)
Peiris et al/2008	177	71.8% (127)	1.1% (2)	7.9% (14)
Ahmed et al/2007	100	38% (38)	28% (28)	2.2% (22)
Peiris et al/2007	100	70% (70)	1% (1)	0
Marroquin et al/2004	286	—	—	—
Sert et al/2004	200	53.5% (107)	12.5% (25)	9.5% (19)
Gulavibala et al/2002	118	61% (72)	4.2% (5)	15.3% (18)
Gulavibala et al/2001	139	66.2% (92)	15.8% (22)	10.1% (14)
Wasti et al/2001	30	30% (9)	26.7% (8)	20% (6)
Zaatar et al/1998	49	75.5% (37)	8.2% (4)	16.3% (8)
Rocha/1996	199	78.9% (157)	11.6% (23)	9.5% (19)
Vertucci/1984	100	70% (70)	15% (15)	5% (5)
Skidmore and Bjorndal/1971	45	71.1% (32)	17.8% (8)	8.9% (5)
Total number of distal roots	2,039			
Incidencia		64.5% (1316)	11% (224)	11.2% (229)

Tabla 10. Estudio bidimensional de la raíz distal para demostrar la incidencia de la configuración del sistema de conductos. Usando la técnica de radiografías periapicales.²⁵

Author/year	Number of teeth	Type I	Type II	Type IV
Pattanshetti et al/2008	110	52.7% (58)	24.5% (27)	19.1% (21)
Al-Nazhan/1999	251	42.2% (106)	35.1% (88)	22.7% (57)
Zaatar et al/1997	147	70.7% (104)	12.9% (19)	16.3% (24)
Fabra Campos/1985	145	50.3% (73)	26.2% (38)	20.7% (30)
Pineda and Kuttler/1972	300	73% (219)	12.7% (38)	3.7% (11)
Total number of distal roots	953			
Incidencia	953	58.8% (560)	22% (210)	29% (143)
Overall total number of distal roots	2,992			
Incidencia	3,378	62.7% (1,876)	14.5% (434)	12.4% (372)

CONDUCTOS ACCESORIOS

El conducto radicular puede presentar pequeños conductos accesorios y laterales, que no representan ningún esquema patológico.

Un conducto accesorio es cualquier ramificación de la pulpa principal o de la cámara que se comunica con la superficie externa de la raíz, es decir con el ligamento periodontal. ^{17, 28}

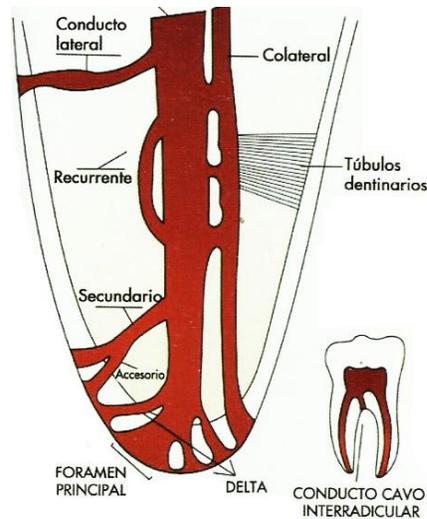


Fig. 33 Esquema de los distintos tipos de conductos accesorios. ⁴

Los primeros molares inferiores pueden adoptar tres distintos patrones:

- A) En el 13% un solo conducto de la furcación.
- B) En el 23%, un conducto lateral se extiende desde el tercio coronal de un conducto radicular hasta la región de la furca,
- C) En el 10% presentan conductos laterales y conductos de la furcación. ^{19, 28}

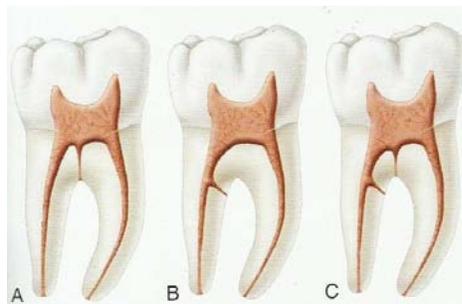


Fig. 34 Esquema de conductos accesorios del primer molar inferior. ¹⁹



INCIDENCIA DE CONDUCTOS ACCESORIOS

Tabla 11. Estudios de Vertucci 1984 ²⁸

Tooth	Root	No. of teeth	Canals with lateral canals	Position of lateral canals			
				Cervical	Middle	Apical	Furcation
First molar	Mesial	100	45	10.4	12.2	54.4	↑
							23
	Distal	100	30	8.7	10.4	57.9	↓

Tooth	Root	No. of teeth	Transverse anastomosis between canals	Position of transverse anastomosis		
				Cervical	Middle	Apical
First molar	Mesial	100	63	12	75	13
	Distal	100	55	10	72	18

VARIACIONES ANATÓMICAS EN LA FORMA DE LOS CONDUCTOS

CONDUCTOS EN FORMA DE C

Descrito por Cooke y Cox en 1979, llamado así por la morfología de la sección transversal de la raíz y del conducto radicular ya que en lugar de tener varios orificios discretos, la cámara pulpar tiene un solo orificio en forma de cinta con un arco de 180 ° o más, que puede comenzar en el ángulo mesiolingual, siguiendo sobre vestibular, para terminar en la cara distal de la cámara pulpar.

Estas características representan un desafío en el tratamiento de conductos, por lo que debe realizarse la terapéutica pulpar en toda la extensión del conducto y utilizar todas las herramientas posibles para asegurar el éxito del tratamiento.²⁴

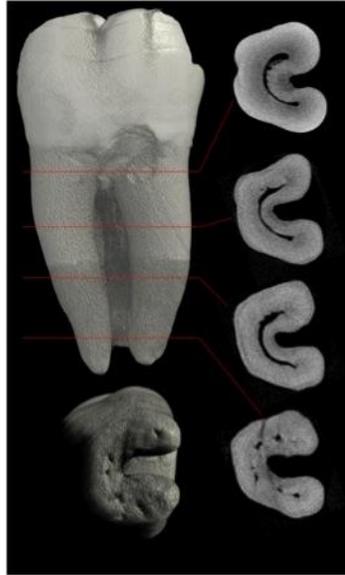


Fig. 35 Conducto en forma de C.²⁹

NÚMERO DE CONDUCTOS

Generalmente el primer molar inferior es un diente con dos raíces separadas y bien definidas, y tres conductos en la mayoría de los casos (un distal y dos mesiales). El conducto distal es normalmente recto en todo su trayecto hasta el ápice, oval y aplanado. Con respecto a los conductos mesiales en el 90% permanecen separados hasta el foramen el 10% restante se unen en un foramen común.^{19, 20, 21 28}

CONDUCTO MESIO MEDIAL

En el año de 1974 Vertucci y Williams describen un conducto mesio medial (CMM), como un conducto independiente, con una entrada separada y foramen apical separado, sin embargo gracias a estudios posteriores se determina que la configuración interna puede ser variada.²⁴

Pomeranz en 1981 proporciona la siguiente clasificación:

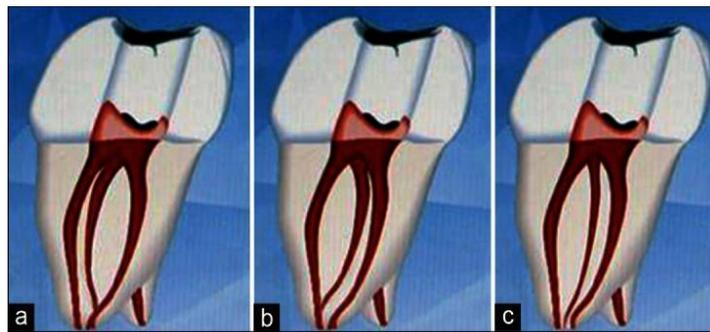


Fig. 36 a) CMM se fusiona con mesiolingual en ápice, b) CMM se fusiona con mesiovestibular en ápice c) CMM es un conducto independiente.²⁴

Los conductos radiculares a veces pueden estar unidos por un istmo, según Von Arx, los istmos en la raíz mesial de los primeros molares mandibulares pueden clasificarse en 5 tipos:

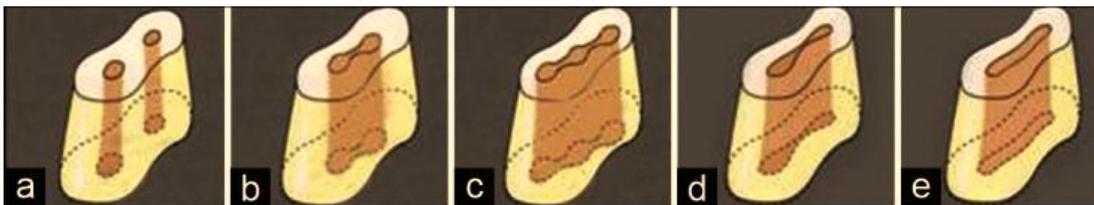


Fig.37 a) Tipo I dos conductos independientes, b) Tipo II dos conductos independientes unidos por un istmo, c) Tipo III tres conductos unidos por un istmo, d) Tipo IV dos conductos alargados que se unen en el centro e) Tipo V es un solo, muy amplio y alargado conducto.²⁴

La presencia del tercer conducto en la raíz mesial del primer molar inferior ha sido reportada con una incidencia del 1 al 15%.²⁴



VARIACIONES ANATÓMICAS DE NÚMERO DE CONDUCTOS

Tabla 12. Estudio tridimensional sobre el porcentaje del número de conductos presentados: ²⁵

Author/year	Population	Total no. of teeth	% of canals		
			3	4	5
Huang et al/2010	Taiwanese (Taiwan)	237	56.1% (133)	40.5% (96)	0
Al-Qudah and Awawdeh/2009	Jordanian (Jordan)	330	48.2% (160)	45.8% (151)	5.5% (18)
Chen et al/2009	Taiwanese (Taiwan)	183	50.8% (93)	45.9% (84)	0
Reuben et al/2008	Hindu	125	85.5% (107)	6.4% (8)	0
Gulavibala et al/2002	Thai (Thailand)	118	61% (72)	30.5% (41)	3.4% (4)
Sperber and Moreau/1998	African (Senegal)	480	75% (360)	25% (120)	0
Zaatar et al/1998	Kuwait	49	67.3% (33)	26.5% (13)	0
Rocha et al/1996	Unspecified (Brazil)	232	72.4% (144)	21.1% (42)	0
Skidmore and Bjomdahl/1971	Caucasian (USA)	45	64.4% (29)	28.9% (13)	0
Number of teeth		11,765			
Number of teeth with 3 or more canals Incidence		1,766	64% (1131)	32.2% (568)	1.2% (22)

Tabla 13. Estudio bidimensional sobre el porcentaje del número de conductos presentados: ²⁵

Author/year	Population	Total no. of teeth	% of canals		
			3	4	5
Pattanshetti et al/2008	Kuwaiti and non-Kuwaiti (Filipino, Indonesian, Hindu, Srilanker, Egyptian, and Syrian)	110	53.6% (59)	46.4% (51)	0
Furri et al/2007	Unspecified	231	53.7% (124)	43% (99)	0.4% (1)
Al-Nazhan/1999	Saudi (Saudi Arabia)	251	42.2% (106)	57.8% (145)	0
Zaatar et al/1997	Kuwaiti (Kuwait)	147	69.4% (102)	29.9% (44)	0
Suárez-Feito/1995	Spanish (Asturias)	198	72.2% (143)	26.3% (52)	1% (2)
Yew and Chan/1993	Chinese (Taiwan)	832	62.5% (520)	31.5% (262)	0
Fabra Campos/1985	Unspecified (Spain)	145	50.3% (73)	47.6% (69)	2.1% (3)
Quakenbush/1985	Unspecified	219	46.6% (102)	49.3% (108)	4.1% (9)
Hartwell and Bellizzi/1982	Unspecified	846	64.8% (548)	35.1% (297)	0
Number of teeth		7,016			
Number of teeth with 3 or more canals Incidence		2,979	59.7% (1777)	37.8% (1127)	0.5% (15)
Overall total number of teeth		18,781			
Overall total number of teeth with 3 or more canals Overall incidence		4,745	61.3% (2,908)	35.7% (1,695)	0.8% (37)



Dentro de las variaciones anatómicas mayormente reportadas podemos encontrar la presencia de conducto medio mesial. Un tercer canal localizado en la raíz distal, casos con más de 4 conductos, se presentan las siguientes tablas con estudios comparativos de la frecuencia de las variaciones estudiados por raíz.³⁰

RAÍZ MESIAL

Tabla 14. Estudio comparativo tridimensional de la raíz mesial y la incidencia la configuración de conductos presentados:²⁵

Author/year	Number of teeth	Type II	Type IV	Type VIII
Three-dimensional evaluation technique				
Gu et al/2010	45	11.1% (5)	64.4% (29)	2.2% (1)
Arora and Tewari/2009	100	—	—	—
Al-Qudah and Awawdeh/2009	330	36% (119)	52.7% (174)	0.3% (1)
Chen et al/2009	183	29.5% (54)	55.2% (101)	5.5% (10)
Rwenyonyi et al/2009	224	13.8% (31)	44.6% (100)	0
Peiris et al/2008	177	24.9% (44)	60.5% (107)	1.1% (2)
Ahmed et al/2007	100	14% (14)	73% (73)	2% (2)
Peiris et al/2007	100	20% (29)	44% (44)	1% (1)
Sert et al/2004	200	44% (88)	43% (86)	1.5% (3)
Marroquin et al/2004	286	—	—	—
Villegas et al/2004	63	52.4% (33)	34.9% (22)	4.8% (3)
Gulavibala et al/2002	118	21.2% (25)	50.8% (60)	1.7% (2)
Gulavibala et al/2001	139	28.8% (40)	38.1% (53)	0.7% (10)
Wasti et al/2001	30	23.3% (7)	66.7% (20)	3.3% (1)
Seperber and Moreau/1998	480	16% (77)	84% (403)	0
Zaatar et al/1998	49	57.1% (28)	34.7% (17)	0
Rocha et al/1996	199	47.3% (94)	45.2% (90)	0
Çalışcan et al/1995	100	37.3% (37)	44.1 (44)	3.4 (3)
Vertucci/1984	100	28% (28)	43% (43)	1% (1)
Skidmore and Bjorndal/1971	45	33.3% (15)	60% (27)	0
Number of teeth for canal system configuration	2,682			
Incidence		28.6% (768)	55.7% (1493)	1.5% (40)
Number of mesial roots for number of canals	1,414			
Incidence				



Tabla15. Estudio comparativo tridimensional de la raíz mesial y el porcentaje de número de conductos presentados: ²⁵

Author/year	Number of teeth	% of number of canals		
		1	2	3
Gu et al/2010	45	8.9%(4)	88.9%(40)	2.2%(1)
Arora and Tewari/2009	100			
Al-Qudah and Awawdeh/2009	330	0.9% (3)	93% (307)	6% (20)
Chen et al/2009	183	3.3% (6)	91.3% (167)	5.5% (10)
Rwenyonyi et al/2009	224	27.2% (61)	72.8% (163)	0
Peiris et al/2008	177			
Ahmed et al/2007	100			
Peiris et al/2007	100			
Sert et al/2004	200	2% (4)	96.5% (193)	1.5% (3)
Marroquin et al/2004	286			
Villegas et al/2004	63			
Gulavibala et al/2002	118	3.4% (4)	89.8% (106)	6.8% (8)
Gulavibala et al/2001	139	4.3% (6)	84.9% (118)	10.8% (15)
Wasti et al/2001	30	0	96.7% (29)	3.3% (1)
Seperber and Moreau/1998	480			
Zaatar et al/1998	49			
Rocha et al/1996	199			
Çalışcan et al/1995	100			
Vertucci/1984	100	12% (12)	87% (87)	1% (1)
Skidmore and Bjornda/1971	45	6.7% (3)	93.3% (42)	0
	2,682			
	3,068			
Number of mesial roots for number of canals Incidence	1,414	0.7% (103)	88.5%(1252)	4.2% (59)

Tabla 16. Configuración del sistema de conductos en la raíz mesial con tres conductos: ²⁵

Author/year	N°	Root canal configuration									
		3-3	3-1	3-2	3-2-1	3-2-3	3-4	2-3	2-3-1	2-3-2	1-2-3-2
Gu et al/2010	1	1									
Arora and Tewari/2009	20	1	2	4	1	2		5	2	3	
Yu et al/2006	1										1
Sert et al/2004	6	3									3
Villegas et al/2004	3	3									
Mortman and Sunghee/2003	5	2	1	2							
Gulabivala et al/2002	7	2	2	1			1	1			
Gulabivala et al/2001	15	1	3	2				9			
Wasti et al/2001	1	1									
Çalışcan et al/1995	3	3									
Jacobsen et al/1994	3	1		2							
Fabra Campos/1989	20	1		19							
Walker/1988	1	1									
Fabra Campos/1985	4		1	3							
Vertucci/1984	1	1									
Martínez-Berná and Badanelli/1983	25*	1	4	20							
Pomeranz et al/1981	2	1		1							
Total number of mesial roots Incidence	128	33	13	54	1	2	1	15	2	3	4
		25.8%	10.2%	42.2%	0.8%	1.8%	0.8%	11.7%	1.6%	2.3%	3.1%



RAÍZ DISTAL

Tabla 17. Estudio tridimensional sobre la configuración del conducto radicular distal.²⁵

Author/year	Number of teeth	Type I	Type II	Type IV
Gu et al/2010	45	82.2% (37)	2.2% (1)	2.2% (1)
Arora and Tewari/2009	100	—	—	—
Al-Qudah and Awawdeh/2009	330	54.2% (179)	17% (56)	9.4% (31)
Chen et al/2009	183	54.1% (99)	12.6% (23)	25.1% (46)
Rwenyonyi et al/2009	224	84.8% (190)	1.3% (3)	9.4% (21)
Peiris et al/2008	177	71.8% (127)	1.1% (2)	7.9% (14)
Ahmed et al/2007	100	38% (38)	28% (28)	22% (22)
Peiris et al/2007	100	70% (70)	1% (1)	0
Marroquin et al/2004	286	—	—	—
Sert et al/2004	200	53.5% (107)	12.5% (25)	9.5% (19)
Gulavibala et al/2002	118	61% (72)	4.2% (5)	15.3% (18)
Gulavibala et al/2001	139	66.2% (92)	15.8% (22)	10.1% (14)
Wasti et al/2001	30	30% (9)	26.7% (8)	20% (6)
Zaatar et al/1998	49	75.5% (37)	8.2% (4)	16.3% (8)
Rocha/1996	199	78.9% (157)	11.6% (23)	9.5% (19)
Vertucci/1984	100	70% (70)	15% (15)	5% (5)
Skidmore and Bjorndal/1971	45	71.1% (32)	17.8% (8)	8.9% (5)
Total number of distal roots	2,039			
Incidence		64.5% (1316)	11% (224)	11.2% (229)

A continuación se presentan las fotografías de dientes naturales que se diafanizaron para el estudio de la anatomía interna.²²



ANATOMÍA APICAL

El tercio apical es considerado la zona más delicada del conducto radicular, ya que el límite de trabajo se encuentra en esta zona. Desarrollado a partir de la vaina epitelial de Hertwig y termina su formación años después de la erupción.

Un concepto erróneo es creer que el conducto radicular ocupa la zona del ápice de la raíz, el Dr. Kuttler demuestra que la mayoría de los forámenes apicales no coinciden con el vértice apical, a veces a una distancia de 2 a 3 mm.

La constricción apical es la parte del conducto con menor diámetro y está situada .5 a 1.5 mm del foramen apical.

La unión cemento dentina es el punto del conducto donde el cemento se une con la dentina y su localización es muy variable.

A 1 mm del foramen apical al unirse con el conducto se transforma en unión CDC.

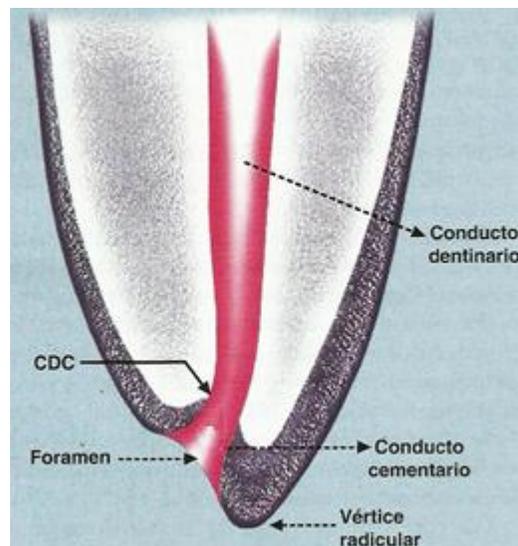


Fig. 38 Esquema de la anatomía apical. ²⁰

También se tenía el concepto erróneo que el conducto termina en el ápice por un solo foramen, pero sabemos que existen ramificaciones apicales estimando que se presentan en el 90% de los casos.^{6, 10 17, 31}

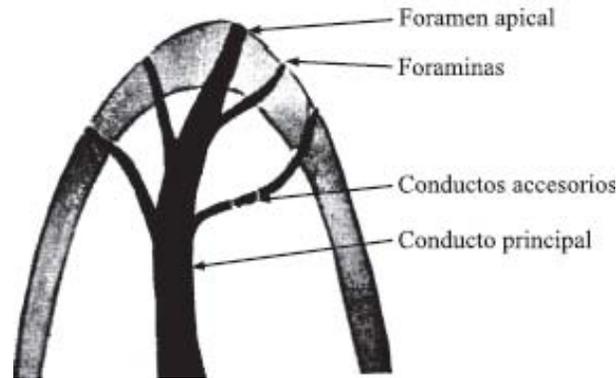


Fig. 39 Esquema de la anatomía apical ilustrando las foraminas.³²

Se ha reportado que el tamaño de los forámenes apicales en molares inferiores es aproximadamente en mesial 257.5 μm y distal 392 μm .¹⁹

Tabla 18. Estudio tridimensional de la incidencia de más de una foramina en la raíz mesial:²⁵

Author/year	Number of teeth	% of apical foramina		
		1	2	3
Three-dimensional evaluation technique				
Gu et al/2010	45	20% (9)	77.8% (35)	2.2% (1)
Arora and Tewari/2009	100	33% (33)	46% (46)	16% (16)
Al-Qudah and Awawdeh/2009	330	39.1% (129)	58.5% (193)	2.4% (8)
Chen et al/2009	183	31.7% (58)	68.3% (125)	0
Rwenyonyi et al/2009	224	46.9% (105)	53.1% (119)	0
Peiris et al/2008	177	31.1% (55)	65% (115)	2.2% (4)
Ahmed et al/2007	100	17% (17)	71% (71)	11% (11)
Peiris et al/2007	100	27% (27)	64% (64)	9% (9)
Sert et al/2004	200	51% (102)	47.5% (95)	1.5% (3)
Marroquin et al/2004	286	12.9% (37)	87.1% (249)	0
Villegas et al/2004	63	58.7% (37)	36.5% (23)	4.8% (3)
Gulavibala et al/2002	118	35.6% (42)	60.2% (71)	3.4% (4)
Gulavibala et al/2001	139	42.4% (59)	50.4% (70)	7.2% (10)
Wasti et al/2001	30	23.3% (7)	73.3% (22)	3.3% (1)
Seperber and Moreau/1998	480	16% (77)	84% (403)	0
Zaatar et al/1998	49	63.3% (31)	36.7% (18)	0
Rocha et al/1996	199	54.8% (109)	45.2 (90)	0
Çalışcan et al/1995	100	39% (39)	57.6% (57)	3.4% (3)
Vertucci/1984	100	40% (40)	59% (59)	1% (1)
Skidmore and Bjorndal/1971	45	40% (18)	60% (27)	0
Number of teeth for number of foramina	3,068			
Incidence		33.6% (1031)	63.6% (1952)	2.4% (74)



Tabla 19. Estudio tridimensional de la incidencia de más de una foramina en la raíz distal: ²⁵

Author/year	Number of teeth	% of foramina	
		1	2
Gu et al/2010	45	93.3% (42)	6.7% (3)
Arora and Tewari/2009	100	75% (75)	22% (22)
Al-Qudah and Awawdeh/2009	330	77% (254)	22.1% (73)
Chen et al/2009	183	67.2% (123)	32.8% (60)
Rwenyonyi et al/2009	224	87.1% (195)	12.9% (29)
Peiris et al/2008	177	79.7% (141)	19.7% (35)
Ahmed et al/2007	100	65% (65)	31% (31)
Peiris et al/2007	100	85% (85)	14% (14)
Marroquin et al/2004	286	39.5% (113)	60.5% (173)
Sert et al/2004	200	87% (174)	12% (24)
Gulavibala et al/2002	118	77% (92)	17.8% (21)
Gulavibala et al/2001	139	84.2% (117)	15.1% (21)
Wasti et al/2001	30	56.7% (17)	43.3% (13)
Zaatar et al/1998	49	83.7% (41)	16.3% (8)
Rocha/1996	199	90.5% (180)	9.5% (19)
Vertucci/1984	100	85% (85)	15% (15)
Skidmore and Bjorndal/1971	45	88.9% (40)	8.9% (5)
	2,039		
Total number of distal roots for foramina Incidence	2,425	75.8% (1839)	23.3% (566)



4. CONCLUSIONES

La correcta localización de todos los conductos radiculares, su instrumentación y su obturación, son las bases del éxito en un tratamiento de conductos y además de una restauración coronal para prevenir el ingreso de microorganismos.

Sin embargo, hay una gran incidencia del fracaso de un tratamiento pulpar, o de la no reparación de una afección pulpar; en múltiples estudios y artículos se asocia este fracaso a un desconocimiento del campo operatorio.

De acuerdo a Ingle una causa frecuente del fracaso es la incompleta limpieza y obturación del sistema de conductos, asociándolo al desconocimiento de la anatomía interna del diente.

Vertucci, por su parte, reportó que un número considerable de fracasos puede ser asignado a las variaciones anatómicas, tales como la presencia de conductos que no se encuentra normalmente.

Para lograr el éxito en casos con un número de conductos superior a los que normalmente se encuentran, se requiere de un correcto diagnóstico y una cuidadosa inspección del diente.

El primer molar inferior es uno de los más afectados por el proceso carioso y por ende es de los más frecuentes en los tratamientos de conductos ya que es el primer diente posterior en erupcionar en la cavidad oral. Las variaciones morfológicas en la anatomía pulpar deben ser siempre consideradas al inicio de un tratamiento.



Este diente se describe por lo general con dos raíces bien definidas, una mesial y una distal y su distribución usual de los de conductos radiculares son dos en la raíz mesial y uno o dos en la raíz distal, sin embargo ha incrementado el número de reportes de la presencia de conductos extras. La incidencia de estas variaciones se puede ver directamente relacionada a la población estudiada y llegar a ser considerada normal dependiendo de la etnia.

La innovación constante en las herramientas de operación y diagnóstico, como las radiografías pre-operativas, examinación de la cámara pulpar, el uso del microscopio y de la tomografía, se han vuelto indispensables para la localización de los conductos radiculares en su totalidad, y poder dar un mejor pronóstico al resultado del tratamiento de conductos.



5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Esponda Vila R. Anatomía Dental. 7^a ed. Cd. México: Ed. UNAM; 1994. Pp. 285- 298.
2. Diamond M. Anatomía Dental. México: Limusa; 2000. Pp. 120-125.
3. Scheid RC, Weiss G. Woelfel: Anatomía Dental. 8^a ed. Barcelona: Wolters Kluwer Health / Lippincott Williams & Wilkins; 2012. Pp. 85-97.
4. Leonardo MR. Endodoncia: Tratamiento de conductos radiculares: Principios técnicos y biológicos Vol. I. Sao Paulo: Artes Médicas; 2005. Pp. 366-369.
5. Imagen disponible en: <https://tackk.com/bd9y13>
6. Canalda Sahli C, Brau Aguadé E. Endodoncia: Técnicas clínicas y bases científicas. 3^a. Barcelona: Elsevier Masson; 2014. Pp. 4-25.
7. Imagen disponible en:
<http://www.napoleonicsociety.com/english/dentsnapo2a.htm>
8. Chegüe-Vargas N, Cervantes-Amador F, Moreno-Castillo E, Espinosa-Reyes I, Bautista-Pastrana M. Técnica de diafanización en dientes humanos extraídos como material didáctico para el conocimiento del sistema de conductos radiculares; Med Oral. 2007 Jul; 9(3):78-80.
9. Kuttler Y. Microscopic investigation of root apexes. J Am Dent Assoc. 1955 May; 50(5):544-52.
10. Pineda F, Kuttler Y. Mesiodistal and buccolingual roentgenographic investigation of 7,275 root canals. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1972 Jan; 33(1):101-10.
11. Imagen disponible en: <http://www.institutokuttler.edu.mx/historia.htm>
12. De Lima Machado ME. Endodoncia: de la Biología a la Técnica. Caracas: Amolca; 2009. Pp. 1-16, 161- 165, 169.



13. Avery JK, Chiego DJ. Principios de Histología y Embriología Bucal con Orientación Clínica. 3ª ed. Madrid: Elsevier Mosby; 2007. Pp. 64-76, 124-129.
14. Gómez de Ferraris M; Campos A; Histología y embriología bucodental; Panamericana; 2009; Pp. 115-128.
15. Tarabinejad M; Walton R; Endodoncia principios y práctica; Elsevier España; 2010. Pp. 1-10.
16. Major MA, Stanley JN. Wheeler: Anatomía, Fisiología y Oclusión Dental. 8ª ed. Madrid: Elsevier; 2004. Pp. 90-93, 295-312.
17. Ardines Limonchi P. Endodoncia I: El Acceso. México: Odontolibros; 1985. Pp. 39, 40, 49-55, 73-79.
18. Imagen disponible en: <http://es.slideshare.net/rhazodiia/principios-generales-de-las-preparaciones-37515883>
19. Cohen S, Hargreaves M K, Berman H L. Vías de la pulpa. Décima ed. Barcelona: Elsevier; 2011. Pp. 136-150, 208-212.
20. Soares IJ, Goldberg F. Endodoncia: Técnica y Fundamentos. 2ª ed. Buenos Aires: Panamericana; 2012. Pp. 96-105.
21. Ingle J. Ingle's Endodontics 6. 6ª ed. Ontario: Bc Decker; 2008. Pp. 151-155, 202-205, 909-914.
22. Fotografías de dientes naturales proporcionados por Karla Yuliana González Cervantes y tomadas en la sala de Realidad Virtual de la Facultad de Odontología UNAM por el Mtro. Ricardo Ortiz Sánchez.
23. Valencia de Pablo O. Root anatomy and canal configuration of the permanent mandibular first molar: Clinical implication and recommendations. Quint Int. 2012 Jan 43 (1): 15- 27.



24. Srinidhi VB, Sayesh Vemuri. Variable permanent mandibular first molar: Review of literature. J. Conserv Dent 2013 Mar-Apr 16 (2): 99-110.
25. Valencia de Pablo O. Root anatomy and canal configuration of the permanent mandibular first molar: A Systematic Review. 2010 JOE 36 (12): 1919-31.
26. Kuttler Y; Fundamentos de endometeorodoncia práctica; Francisco Mendez Oteo; México 1980. Pp. 7-17.
27. Ruxandra M, Oana Cella A. Anatomical variations of mandibular first molar and their implications in endodontic treatment; Rom J Morphol Embryol 2011, 52(4): 1389-1392.
28. Vertucci F; Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures; Endodontic Topics; 2005; 10:3-29.
29. Imagen disponible en <http://endodonciaargentina.blogspot.mx/2012/05/segundo-molar-inferior-en-c-un-reto-al.html>
30. Sachin Gupta, Shikha Jaiswal, Rohit Arora. Endodontic management of permanent mandibular left first molar with six root canals. Contemp Clin Dent. 2012 Apr; 3(1): 130-33.
31. Abarcar J, Zaror C, Monardes H, Hermosilla V, Muñoz C, Cantin M. Morphology of the Physiological Apical Foramen in Maxillary and Mandibular First Molars. HHS Public Access. 2014 Jun; 32 (2): 671-77.
32. Imagen disponible en: <http://gsdl.bvs.sld.cu/cgi-bin/library?e=d-00000-00--off-0estomato--00-0----0-10-0---0---0direct-10---4-----0-1l--11-es-50---20-about---00-0-1-00-0-0-11-1-0utfZz-8-00&a=d&cl=CL1&d=HASHa3228baa9765ca79fdf5cb.2.2.13>